



ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ

Τεχνο-Οικονομική Μελέτη Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε φωτοβολταϊκό πάρκο στην Κρήτη



Σπουδαστής:
Τιτομιχελάκης Απόστολος

Καθηγήτρια:
Μεταξά Ελένη

Ηράκλειο 2014

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση αυτής της πτυχιακής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω την καθηγήτριά μου κ. Μεταξά Ελένη για την πολύτιμη συμπαράσταση και καθοδήγηση της. Επίσης ευχαριστώ το σύνολο των καθηγητών μας, για την συμβολή τους κατά την διάρκεια των σπουδών μου και για την σωστή και αξιόλογη δουλειά που επιτελούν στο ίδρυμα μας.

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ασχολείται με την τεχνο-οικονομική μελέτη ενός φωτοβολταϊκού πάρκου (ΦΒ) που πρόκειται να δημιουργηθεί σε περιοχή της νότιας Κρήτης. Τα φωτοβολταϊκά πάρκα αποτελούνται από συστοιχίες ΦΒ πλαισίων συνδεδεμένα μεταξύ τους για την αύξηση της ηλεκτρικής ενέργειας. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια πρόκειται να δοθεί στο ηλεκτρικό δίκτυο προς πώληση.

Η μελέτη ασχολείται με την βέλτιστη αξιοποίηση του διαθέσιμου χώρου ώστε η επένδυση να προσφέρει το μέγιστο οικονομικό κέρδος. Περιλαμβάνεται όλος ο σχεδιασμός της εγκατάστασης, του απαιτούμενου εξοπλισμού και την οικονομική ανάλυση.

Έγινε λεπτομερής περιγραφή του χώρου εγκατάστασης και αυτοψίας ώστε η μελέτη να βρίσκεται κοντά σε πραγματικές συνθήκες. Όπως για παράδειγμα σχετικά με τη μορφολογία του εδάφους. Τέτοιου είδους μελέτες χρειάζονται προσεκτική επιλογή του χώρου εγκατάστασης, προσανατολισμού των ΦΒ πλαισίων για να μην υπάρχουν εμπόδια που μειώνουν την απόδοση της εγκατάστασης.

Έγινε χρήση ελεύθερου λογισμικού για τους υπολογισμούς του εξοπλισμού, της ετήσιας παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας και των οικονομικών της. Στα προγράμματα δόθηκαν οι απαραίτητες παράμετροι για την συγκεκριμένη περιοχή ώστε να προσεγγίσει η μελέτη της πραγματικές συνθήκες λειτουργίας.

Η επένδυση εκτιμήθηκε ότι θα κοστίσει 180.000 ευρώ και τα χρήματα θα δοθούν εξολοκλήρου από δάνειο τράπεζας. Η απόσβεση του δανείου υπολογίστηκε εντός 20 ετών και η αθροιστική χρηματική απολαβή της ίδιας περιόδου υπολογίστηκε 660.000 ευρώ.

Πίνακας περιεχομένων

1. Εισαγωγή.....	6
1.1. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.....	6
1.1.1. Αιολική Ενέργεια.....	7
1.1.2. Γεωθερμική Ενέργεια.....	7
1.1.3. Βιομάζα.....	8
1.1.4. Υδροηλεκτρική Ενέργεια.....	9
1.1.5. Ηλιακή Ενέργεια.....	10
1.2. Ηλιακή Ενέργεια (Φωτοβολταϊκά).....	12
1.2.1. Παθητικά Ηλιακά Συστήματα.....	12
1.2.2. Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα.....	13
1.2.3. Φωτοβολταϊκά ηλιακά συστήματα.....	13
1.3. Τα οφέλη της ηλιακής ενέργειας.....	14
1.4. Φωτοβολταϊκή Τεχνολογία.....	15
1.4.1. Είδη Φωτοβολταϊκών.....	18
1.4.2. Απόδοση Φωτοβολταϊκών.....	19
1.4.3. Παράγοντες που επηρεάζουν τον συντελεστή απόδοσης.....	20
1.5. Σχεδιασμός και τοποθέτηση Φωτοβολταϊκών.....	22
1.6. Βοηθητικά Συστήματα Εγκαταστάσεων.....	30
1.6.1. Μετατροπείς DC-AC.....	30
1.6.2. Μετατροπείς AC-DC.....	31
1.7. Χρησιμότητα της Μελέτης.....	31
2. Περιγραφή Έργου.....	34

2.1.	Γεωγραφική Θέση	34
2.2.	Σχέδιο Μελέτης	36
2.3.	Ισχύς Εγκατάστασης	39
3.	Μεθοδολογία	42
3.1.	Μελέτη Γεωγραφικής Θέσης	42
3.2.	Λογισμικό Μελέτης.....	43
3.3.	Οικονομικά Επένδυσης	45
4.	Μελέτη Εγκατάστασης	46
4.1.	Χωροταξία.....	46
4.2.	Υπολογισμοί Βέλτιστης Απόδοσης.....	47
4.3.	Απαιτούμενα Υλικά	55
4.4.	Εισαγωγή Δεδομένων Για Υπολογισμούς Ενεργειακής Απολαβής.....	61
4.5.	Αποτελέσματα Ενεργειακής Απολαβής	64
5.	Οικονομική Ανάλυση	69
5.1.	Ανάλυση Κόστους Εγκατάστασης.....	69
5.2.	Απόδοση Επένδυσης	71
6.	Συμπεράσματα.....	74
7.	Βιβλιογραφία	75
8.	Παράρτημα Α (Αποτελέσματα προγράμματος PVsyst).....	76
8.	Παράρτημα Β (Αποτελέσματα Προγράμματος SMA Design).....	82

1. Εισαγωγή

1.1.Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες. Η εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται από κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση, όπως με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά απλώς η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση. Πρόκειται για καθαρές μορφές ενέργειας, πολύ φιλικές στο περιβάλλον, που δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα, όπως οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα. Έτσι οι ΑΠΕ θεωρούνται από πολλούς μία αφετηρία για την επίλυση των οικολογικών προβλημάτων που αντιμετωπίζει η Γη.

Ως ανανεώσιμες πηγές θεωρούνται γενικά οι εναλλακτικές των παραδοσιακών πηγών ενέργειας (π.χ. του πετρελαίου ή του άνθρακα), όπως η ηλιακή και η αιολική ενέργεια. Ο χαρακτηρισμός «ανανεώσιμες» είναι κάπως καταχρηστικός, μιας και ορισμένες από αυτές τις πηγές, όπως η γεωθερμική ενέργεια δεν ανανεώνονται σε κλίμακα χιλιετιών. Σε κάθε περίπτωση οι ΑΠΕ έχουν μελετηθεί ως λύση στο πρόβλημα της αναμενόμενης εξάντλησης των (μη ανανεώσιμων) αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων. Τελευταία από την Ευρωπαϊκή Ένωση, αλλά και από πολλά μεμονωμένα κράτη, υιοθετούνται νέες πολιτικές για τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που προάγουν τέτοιες εσωτερικές πολιτικές και για τα κράτη μέλη. Οι ΑΠΕ αποτελούν τη βάση του μοντέλου οικονομικής ανάπτυξης της πράσινης οικονομίας και κεντρικό σημείο εστίασης της σχολής των οικολογικών οικονομικών, η οποία έχει κάποια επιρροή στο οικολογικό κίνημα.

1.1.1. Αιολική Ενέργεια

Γενικά αιολική ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που παράγεται από την εκμετάλλευση του ανέμου. Η ενέργεια αυτή χαρακτηρίζεται "ήπια μορφή ενέργειας" και περιλαμβάνεται στις "καθαρές" πηγές, όπως συνηθίζονται να λέγονται οι πηγές ενέργειας που δεν εκπέμπουν ή δεν προκαλούν ρύπους. Η αρχαιότερη μορφή εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας ήταν τα ιστία (πανιά) των πρώτων ιστιοφόρων πλοίων και πολύ αργότερα οι ανεμόμυλοι στην ξηρά. Ονομάζεται αιολική γιατί στην ελληνική μυθολογία ο Αίολος ήταν ο θεός του ανέμου.

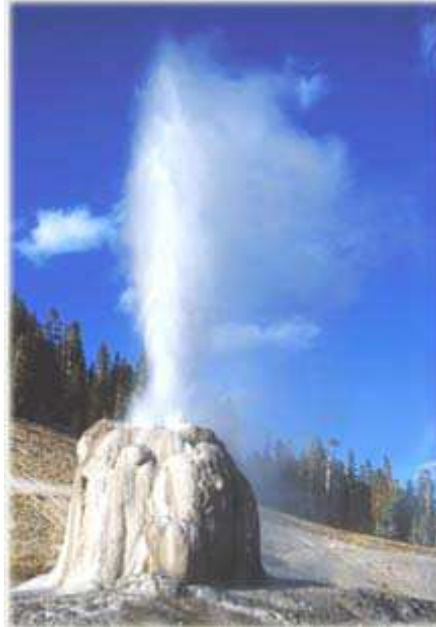


Εικόνα 1.1: Αιολικό πάρκο

1.1.2. Γεωθερμική Ενέργεια

Ως γεωθερμική ενέργεια χαρακτηρίζεται η ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης, μεταφέρεται στην επιφάνεια με αγωγή θερμότητας και με την είσοδο στο φλοιό της γης λειωμένου μάγματος από τα βαθύτερα στρώματά της, και γίνεται αντιληπτή με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού. Το γεωθερμικό δυναμικό κάθε περιοχής σχετίζεται με τις γεωλογικές και γεωτεκτονικές συνθήκες της. Αποτελεί

ήπια και σχετικά ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή που με τα σημερινά τεχνολογικά δεδομένα μπορεί να καλύψει σημαντικές ενεργειακές ανάγκες.



Εικόνα 1.2: Γεωθερμική πηγή όπου το νερό αναβλύζει με μεγάλη πίεση από το εσωτερικό της γης

1.1.3. Βιομάζα

Με τον όρο βιομάζα αποκαλείται οποιοδήποτε υλικό παράγεται από ζωντανούς οργανισμούς (όπως είναι το ξύλο και άλλα προϊόντα του δάσους, υπολείμματα καλλιεργειών, κτηνοτροφικά απόβλητα, απόβλητα βιομηχανιών τροφίμων κ.λπ.) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας. Το καύσιμο βιομάζας είναι γνωστό στην Ελλάδα κι ως πέλετ.



Εικόνα 1.3: Καύσιμο βιομάζας (πέλετ)

1.1.4. Υδροηλεκτρική Ενέργεια

Η Υδροηλεκτρική Ενέργεια είναι η ενέργεια η οποία στηρίζεται στην εκμετάλλευση και τη μετατροπή της δυναμικής ενέργειας του νερού των λιμνών και της κινητικής ενέργειας του νερού των ποταμών σε ηλεκτρική ενέργεια. Η μετατροπή αυτή γίνεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο, μέσω της περωτής του στροβίλου, έχουμε την μετατροπή της κινητικής ενέργειας του νερού σε μηχανική ενέργεια με την μορφή περιστροφής του άξονα της περωτής και στο δεύτερο στάδιο, μέσω της γεννήτριας, επιτυγχάνουμε τη μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική. Το σύνολο των έργων και εξοπλισμού μέσω των οποίων γίνεται η μετατροπή της υδραυλικής ενέργειας σε ηλεκτρική, ονομάζεται Υδροηλεκτρικό Έργο.



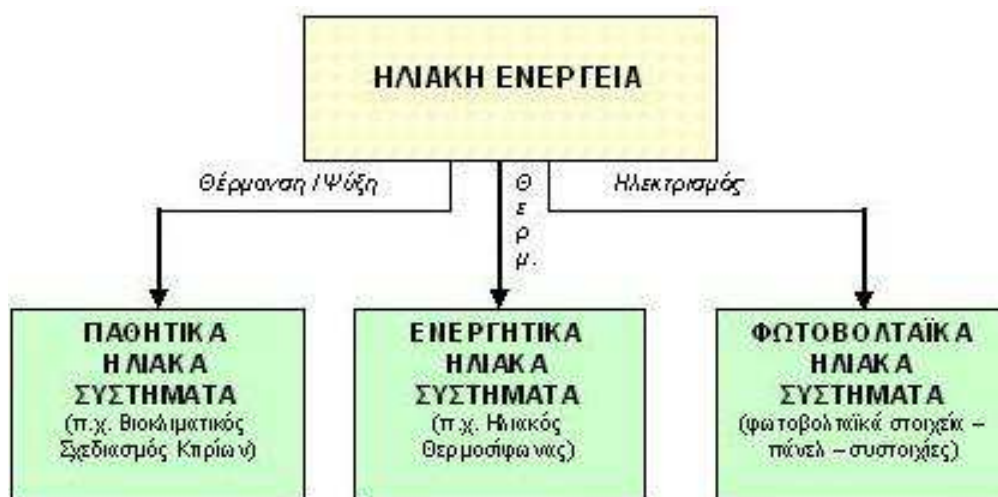
Εικόνα 1.4: Υδροηλεκτρικό έργο

1.1.5. Ηλιακή Ενέργεια

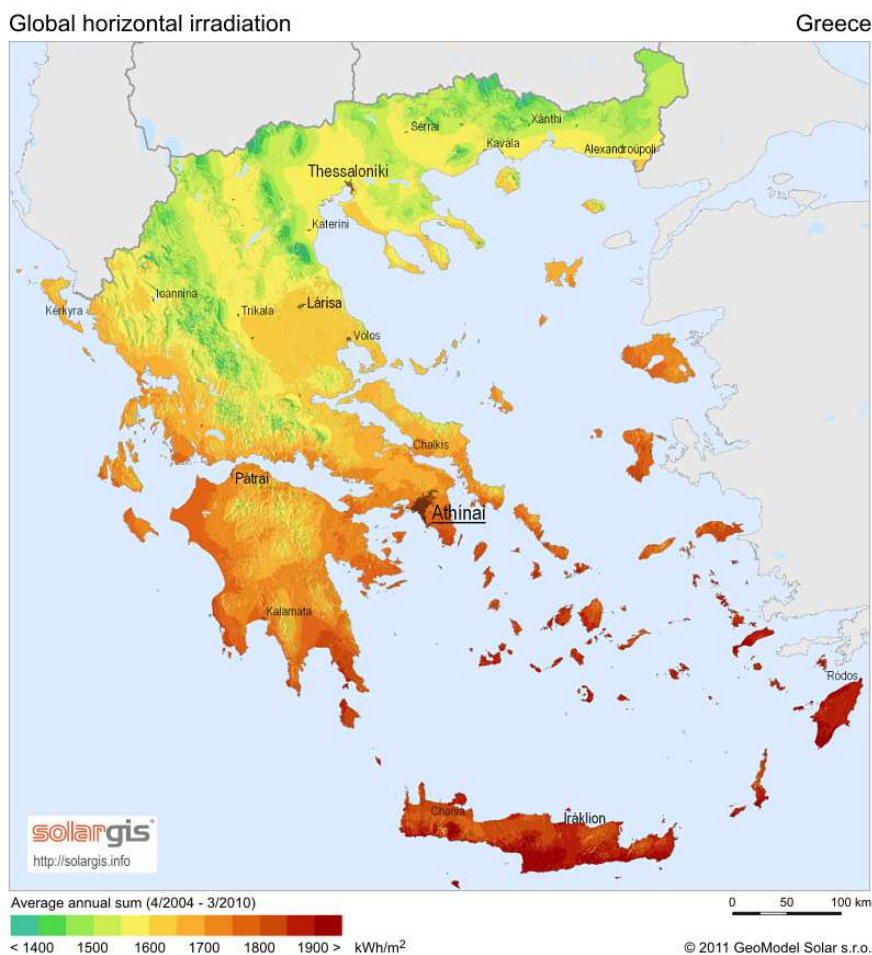
Η ηλιακή ενέργεια στο σύνολό της είναι πρακτικά ανεξάντλητη, αφού προέρχεται από τον ήλιο, και ως εκ τούτου δεν υπάρχουν περιορισμοί χώρου και χρόνου για την εκμετάλλευσή της. Όσον αφορά την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, θα μπορούσαμε να πούμε ότι χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες εφαρμογών:

- τα παθητικά ηλιακά συστήματα
- τα ενεργητικά ηλιακά ή ηλιοθερμικά συστήματα
- τα φωτοβολταϊκά συστήματα.

Τα παθητικά και τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα εκμεταλλεύονται τη θερμότητα που εκπέμπεται μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ τα φωτοβολταϊκά συστήματα στηρίζονται στη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου.



Εικόνα 1.5: Διαχωρισμός συστημάτων που αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια..



Εικόνα 1.6: Χάρτης κατανομής ηλιακής ακτινοβολίας στην Ελλάδα.

1.2. Ηλιακή Ενέργεια (Φωτοβολταϊκά)

1.2.1. Παθητικά Ηλιακά Συστήματα

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα αποτελούνται από δομικά στοιχεία, κατάλληλα σχεδιασμένα και συνδυασμένα μεταξύ τους, ώστε να υποβοηθούν την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για τον φυσικό φωτισμό των κτιρίων ή για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας μέσα σε αυτά. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα αποτελούν την αρχή της Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής και μπορούν να εφαρμοσθούν σε όλους σχεδόν τους τύπους κτιρίων.

Τέτοια συστήματα είναι τα δομικά στοιχεία ενός κτιρίου που βοηθούν την καλύτερη, άμεση ή έμμεση, εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση ή το δροσισμό του κτιρίου. Προϋπόθεση για την εφαρμογή παθητικών ηλιακών συστημάτων σε ένα κτίριο είναι η θερμομόνωσή του έτσι ώστε να περιοριστούν οι θερμικές απώλειες.

Η αρχή λειτουργίας των παθητικών συστημάτων θέρμανσης βασίζεται στο "φαινόμενο του θερμοκηπίου" ενώ τα παθητικά συστήματα δροσισμού βασίζονται στην προστασία του κτιρίου από τον ήλιο, δηλαδή στην παρεμπόδιση της εισόδου των ανεπιθύμητων, κατά τη θερινή περίοδο, ακτινών του ήλιου στο κτίριο. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση μόνιμων ή κινητών σκιάστρων καθώς και με τη διευκόλυνση της φυσικής κυκλοφορίας του αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων.

Ένα κτίριο που περιλαμβάνει παθητικά συστήματα θέρμανσης, δροσισμού ή ακόμη και φυσικού φωτισμού, κατασκευασμένο εξ αρχής ή τροποποιημένο, ονομάζεται "βιοκλιματικό κτήριο" και είναι δυνατό να καλύψει μεγάλο μέρος των ενεργειακών του αναγκών από την άμεση ή έμμεση αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας.

1.2.2. Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα

Η πιο απλή και διαδεδομένη μορφή των θερμικών ηλιακών συστημάτων είναι οι γνωστοί σε όλους μας ηλιακοί θερμοσίφωνες, οι οποίοι απορροφούν την ηλιακή ενέργεια και στη συνέχεια, τη μεταφέρουν με τη μορφή θερμότητας σε κάποιο ρευστό, όπως το νερό για παράδειγμα.

Η απορρόφηση της ηλιακής ενέργειας γίνεται μέσω ηλιακών συλλεκτών, σκουρόχρωμων δηλαδή επιφανειών καλά προσανατολισμένων στον ήλιο, οι οποίες βρίσκονται σε επαφή με νερό και του μεταδίδουν μέρος της θερμότητας που παρέλαβαν. Το παραγόμενο ζεστό νερό χρησιμοποιείται για απλή οικιακή ή πιο σύνθετη βιομηχανική χρήση, τελευταία δε ακόμη και για τη θέρμανση και ψύξη χώρων μέσω κατάλληλων διατάξεων

1.2.3. Φωτοβολταϊκά ηλιακά συστήματα

Η λειτουργία των φωτοβολταϊκών ηλιακών συστημάτων στηρίζεται στο φωτοβολταϊκό φαινόμενο, δηλαδή την άμεση μετατροπή της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα. Μερικά υλικά, όπως το πυρίτιο με πρόσμιξη άλλων στοιχείων, γίνονται ημιαγωγοί (άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα προς μια μόνο διεύθυνση), έχουν δηλαδή τη δυνατότητα να δημιουργούν διαφορά δυναμικού όταν φωτίζονται και κατά συνέπεια να παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα.

Συνδέοντας μεταξύ τους πολλά μικρά κομμάτια τέτοιων υλικών (φωτοβολταϊκές κυψέλες ή στοιχεία), τοποθετώντας τα σε μία επίπεδη επιφάνεια (φωτοβολταϊκό σύστημα) και στρέφοντάς τα προς τον ήλιο, γίνεται δυνατή η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος το οποίο μπορεί να καλύψει ανάγκες όπως: λειτουργία επιστημονικών

συσκευών (δορυφόρων), κίνηση ελαφρών αυτοκινήτων (ηλιακά αυτοκίνητα), λειτουργία φάρων, ή την κάλυψη έστω και μέρους των ενεργειακών αναγκών μικρών κατοικιών όπως φωτισμός, τηλεπικοινωνίες, ψύξη κτλ.

Η μέγιστη απόδοση των φωτοβολταϊκών στοιχείων (Φ/Β), ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους κυμαίνεται από 7% (ηλιακά στοιχεία άμορφου πυριτίου) έως 12-15% (ηλιακά στοιχεία μονοκρυσταλλικού πυριτίου). Το σημαντικό είναι ότι η ενέργεια που παράγεται με αυτό τον τρόπο, μπορεί να αποθηκευτεί σε ηλεκτρικούς συσσωρευτές (μπαταρίες) με αποτέλεσμα να υπάρχει ανεξάντλητη, ανανεώσιμη, φθηνή και κυρίως "καθαρή" ενέργεια.

1.3. Τα οφέλη της ηλιακής ενέργειας

Στη σημερινή εποχή υπάρχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον στην αξιοποίηση της ηλιακής ενέργεια, έτσι ώστε να καλυφτούν οι ενεργειακές ανάγκες. Ο άνθρωπος μπορεί να συνδυάσει την ανάγκη του ώστε να εκμεταλλευτεί την ηλιακή ενέργεια και ταυτόχρονα να προστατεύσει το περιβάλλον. Κάθε κιλοβατώρα που παίρνουμε από το δίκτυο της ΔΕΗ επιβαρύνει την ατμόσφαιρα με ένα τουλάχιστον κιλό διοξειδίου του άνθρακα. Με το να στρεφόμαστε στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η ηλιακή, μπορούμε να αποτρέψουμε τις κλιματικές αλλαγές που απειλούν σήμερα τον πλανήτη μας. Με την χρήση της ηλιακής ενέργειας αποτρέπουμε την ρύση επικίνδυνων ρύπων, με τους οποίους καταστρέφουμε το περιβάλλον και την υγεία του ανθρώπου.



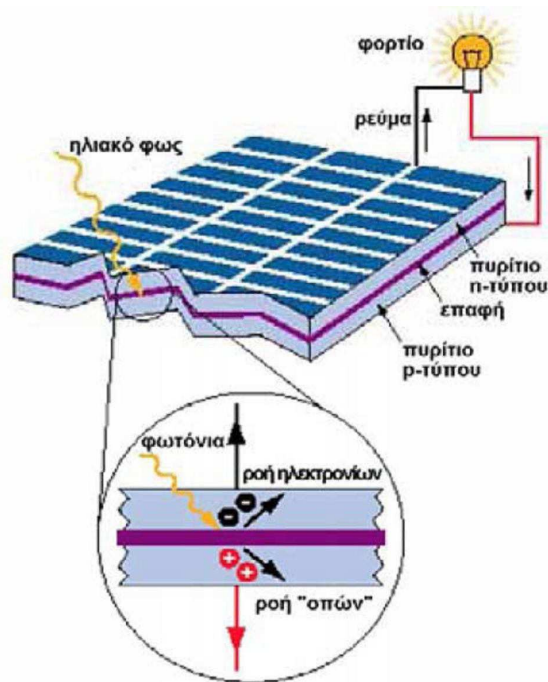
Εικόνα 1.7: Περιβαλλοντικά οφέλη.

Ένα άλλο όφελος που προκύπτει από την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας είναι το οικονομικό. Το κράτος στηρίζει τον πολίτη και του δίνει κίνητρα έτσι ώστε να στραφεί στην ηλιακή τεχνολογία. Με την ενισχυμένη τιμή της ηλιακής κιλοβατώρας ο καταναλωτής όχι μόνο κάνει απόσβεση της επένδυσης, αλλά έχει και ένα λογικό κέρδος από την παραγωγή και τροφοδοσία πράσινης ενέργειας στο δίκτυο.

Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρισμού γίνεται κυρίως με τη χρήση των ηλιακών φωτοβολταϊκών συστημάτων, καθώς η λειτουργία τους στηρίζεται στο φωτοβολταϊκό φαινόμενο, δηλαδή την άμεση μετατροπή της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα.

1.4.Φωτοβολταϊκή Τεχνολογία

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



Εικόνα 1.8: Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο



Εικόνα 1.9: Φωτοβολταϊκά πλαίσια

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

Υπάρχουν δύο τρόποι για να χρησιμοποιήσει κανείς τα φωτοβολταϊκά και να αξιοποιήσει την ηλιακή ενέργεια.

Χρησιμοποιώντας ένα διασυνδεδεμένο σύστημα μεταξύ της ΔΕΗ και του φωτοβολταϊκού συστήματος έτσι ώστε να πουλάει το ηλιακό ρεύμα έναντι μιας ορισμένης τιμής, η οποία καθορίζεται από το νόμο και να εξακολουθεί να αγοράζει ρεύμα από τη ΔΕΗ για να καλύψει τυχόν ανάγκες του, με δύο μετρητές για την μέτρηση του ρεύματος, εισερχόμενης και εξερχόμενης ενέργειας.

Επίσης υπάρχει η δυνατότητα να χρησιμοποιήσει κανείς την ηλιακή ενέργεια για να καλύψει τις ανάγκες ενός κτηρίου ή μιας επαγγελματικής χρήσης με μια αυτόνομη φωτοβολταϊκή εγκατάσταση. Για τη συνεχή εξυπηρέτηση του καταναλωτή, η εγκατάσταση θα πρέπει να περιλαμβάνει και μια μονάδα αποθήκευσης (μπαταρίες) και διαχείρισης της ενέργειας. Υπάρχει σύνδεση πάλι με το δίκτυο της ΔΕΗ, μόνο που υπάρχουν και μπαταρίες σε περίπτωση πτώσης του ρεύματος έτσι ώστε να εξυπηρετείται πάντα ο καταναλωτής.



Εικόνα 1.10: Φωτοβολταϊκό σύστημα

1.4.1. Είδη Φωτοβολταϊκών

Μονοκρυσταλλικά πλαίσια

Τα μονοκρυσταλλικά πλαίσια κατασκευάζονται από κυψέλες που έχουν κοπεί από κυλινδρικό κρύσταλλο πυριτίου. Το πάχος του φωτοβολταϊκού στοιχείου κυμαίνεται γύρω στα 0.3 χιλιοστά. Χρησιμοποιούνται για μεγάλες ενεργειακές απαιτήσεις λόγω της υψηλής απόδοσης τους 15%-18%. Σημαντικό πλεονέκτημα αυτής της τεχνολογίας είναι ότι υπερέρχουν των υπόλοιπων στην καλύτερη σχέση απόδοσης ανά επιφάνεια (watt/m^2). Το κόστος της συγκεκριμένης τεχνολογίας είναι αυξημένο λόγω του μεγαλύτερου κόστους επεξεργασίας του πυριτίου.

Πολυκρυσταλλικά πλαίσια

Τα πολυκρυσταλλικά πλαίσια κατασκευάζονται από ράβδους λιωμένου και επανακρυσταλλομένου πυριτίου. Το πάχος τους είναι αντίστοιχο των μονοκρυσταλλικών. Έχουν ελαφρώς χαμηλότερη απόδοση από τα μονοκρυσταλλικά 13%-15%, και επίσης χαμηλότερο κόστος διότι η μέθοδος παραγωγής τους είναι λιγότερο δαπανηρή.

Φωτοβολταϊκά πλαίσια άμορφου πυριτίου

Τα φωτοβολταϊκά άμορφου πυριτίου κατασκευάζονται από ταινίες λεπτών επιστρώσεων οι οποίες παράγονται με την εναπόθεση πυριτίου πάνω σε υπόστρωμα υποστήριξης. Το πάχος του πυριτίου είναι περίπου 0,0001 χιλιοστά ενώ το υπόστρωμα μπορεί να είναι από 1 έως 3 χιλιοστά. Αυτά τα φωτοβολταϊκά στοιχεία έχουν αισθητά χαμηλότερες αποδόσεις σε σχέση με τα μονοκρυσταλλικά και πολυκρυσταλλικά πλαίσια 5%-10%. Η τιμή τους είναι αρκετά χαμηλή λόγω της ελάχιστης ποσότητας πυριτίου που απαιτείται για την κατασκευή τους. Το μειονέκτημα των άμορφων πλαισίων είναι η χαμηλή τους ενεργειακή πυκνότητα κάτι

που σημαίνει ότι για να παράγουμε την ίδια ενέργεια χρειαζόμαστε σχεδόν διπλάσια επιφάνεια σε σχέση με τα κρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία.

Υβριδικά φωτοβολταϊκά πλαίσια

Τα υβριδικά φωτοβολταϊκά στοιχεία αποτελούνται από στρώσεις υλικών διαφόρων τεχνολογιών. Το μεγάλο πλεονέκτημα αυτής της τεχνολογίας είναι η υψηλή απόδοση σε υψηλές θερμοκρασίες, η μεγάλη τους απόδοση στην διαχεόμενη ακτινοβολία και το χαμηλό κόστος.

1.4.2. Απόδοση Φωτοβολταϊκών

Συντελεστής απόδοσης του ΦΒ πλαισίου

Ο στιγμιαίος συντελεστής ενός ΦΒ πλαισίου, εμβαδού S , προσδιορίζεται από το πηλίκο της αποδιδόμενης μέγιστης ηλεκτρικής ισχύος, P_m , προς την προσπίπτουσα στο πλαίσιο, ισχύ της ηλιακής ακτινοβολίας $E \cdot S$, όπου E , η πυκνότητα ισχύος της ηλιακής ακτινοβολίας στο επίπεδο του ΦΒ πλαισίου:

$$\eta_m = \frac{P_m}{E \cdot S}$$

Εξαρτάται από τις φυσικές ιδιότητες των υλικών παρασκευής του, τη θερμοκρασία των κυψελίδων και την πυκνότητα ισχύος της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Η τιμή αναφοράς του καθορίζεται σε συνθήκες STC. Η απόδοση των ΦΒ πλαισίων είναι μικρότερη της αντίστοιχης του ΦΒ στοιχείου εργαστηριακής παρασκευής. Οι βασικότεροι λόγοι είναι:

- Η μη πλήρης κάλυψη της γεωμετρικής επιφάνειάς του από επιφάνεια ΦΒ στοιχείων, η οποία καθορίζεται από τον παράγοντα κάλυψης.
- Η ανομοιογένεια των χαρακτηριστικών των ΦΒ στοιχείων που συνθέτουν το ΦΒ πλαίσιο.
- Η ανακλαστικότητα του υαλοπίνακα του πλαισίου.

Η τιμή του στιγμιαίου συντελεστή απόδοσης του ΦΒ πλαισίου, η_m , καθορίζεται από τις αποκλίσεις που υφίσταται από την τιμή $\eta_{m,STC}$ που προσδιορίζεται σε πρότυπες συνθήκες ελέγχου (STC). Οι απώλειες αυτές αφορούν:

Στη γήρανση του ΦΒ πλαισίου, δηλαδή στη μείωση της απόδοσής του λόγω αλλοίωσης των υλικών κατασκευής των κυψελίδων του ΦΒ πλαισίου.

- Στις απώλειες οπτικού δρόμου και θερμοκρασία κυψελίδας, που προκύπτουν λόγω της διαφοροποίησης των χαρακτηριστικών της ηλιακής ακτινοβολίας και της θερμοκρασίας περιβάλλοντα αέρα, των πραγματικών συνθηκών λειτουργίας του ΦΒ πλαισίου σε σχέση με αυτά των πρότυπων συνθηκών.
- Στις απώλειες στη δίοδο αντεπιστροφής του ΦΒ πλαισίου

1.4.3. Παράγοντες που επηρεάζουν τον συντελεστή απόδοσης

A) Παράγων ή συντελεστής γήρανσης ΦΒ πλαισίου, $\eta_{\gamma,m}$

Αφορά στη μείωση της απόδοσης των ΦΒ πλαισίων στο χρόνο ζωής τους και εκφράζεται, συνήθως, με το ποσοστό γήρανσης ανά έτος χρήσης. Προσδιορίζει την ελάττωση της απόδοσης του ΦΒ πλαισίου, άρα και της ισχύος αιχμής του, λόγω γενικότερης αλλοίωσης της ΦΒ κυψελίδας ως ενσωματωμένο τμήμα του ΦΒ πλαισίου.

Για τα ΦΒ πλαίσια πυριτίου, κρυσταλλικού και πολυκρυσταλλικού τύπου (mc-Si), δίδεται σήμερα, εγγύηση αντικατάστασης εκείνου του ΦΒ πλαισίου, του οποίου η απόδοση θα πέσει κάτω του 80% της αρχικής τιμής της ισχύος αιχμής του, μέσα στα πρώτα 25 χρόνια χρήσης του. Συνεπώς, κατά τον υπολογισμό ενός ΦΒ συστήματος σε ορισμένη εφαρμογή, επιβάλλεται να ληφθεί υπόψη η διαχρονική μείωση της αποδοτικότητάς τους, με εκτίμηση ενός τυπικού συντελεστή γήρανσης. Ως τυπική τιμή του για τα ΦΒ πλαίσια, λαμβάνεται η μέση τιμή του συντελεστή γήρανσης στο χρόνο εγγύησης, δηλαδή $\eta_{\gamma,m} = 0,9$.

B) Οπτικές ενεργειακές απώλειες

Καθορίζονται από την απόκλιση της απόδοσης, σε σχέση με αυτή των πρότυπων συνθηκών, λόγω των επόμενων αιτιών:

- Διαφοροποίηση ανακλαστικότητας ΦΒ πλαισίου σε σχέση με την αντίστοιχη σε STC.
- Επίδραση διαφοροποίησης φάσματος ακτινοβολίας
- Απώλειες διαφοροποίησης της πόλωσης
- Απώλειες χαμηλών τιμών πυκνότητας ισχύος της ηλιακής ακτινοβολίας.
- Καθαρότητα όψεως του ΦΒ πλαισίου

Γ) Επίδραση θερμοκρασίας ΦΒ κυψελίδας

Περιγράφει τη διαφοροποίηση της απόδοσης του ΦΒ πλαισίου, λόγω της διαφορετικής θερμοκρασίας λειτουργίας της κυψελίδας σε σχέση με την θερμοκρασία της σε πρότυπες συνθήκες (STC). Περιγράφεται από την ίδια αναλυτική έκφραση που χρησιμοποιείται στην περίπτωση του μεμονωμένου ΦΒ στοιχείου. Εκφράζεται:

$$\eta_T = 1 + \gamma_{mp} \cdot (\theta_c - \theta_{STC})$$

όπου θ_c = η θερμοκρασία κυψελίδας, θεωρούμενη ίδια για όλες τις κυψελίδες του ΦΒ πλαισίου, γ_{mp} , ο θερμικός συντελεστής μέγιστης ισχύος

(για το πυρίτιο, $\gamma_{mp} \approx -0,0045/K$, στην περιοχή θερμοκρασιών κυψελίδας 20-60 °C)

Δ) Συντελεστής απωλειών στη δίοδο αντεπιστροφής, η_D .

Οι απώλειες ενέργειας στη δίοδο αντεπιστροφής εκτιμώνται σε ~1% συνεπώς ο αντίστοιχος συντελεστής απωλειών έχει την τυπική τιμή $\eta_D = 0,99$.

Κατανομή θερμοκρασίας σε ΦΒ πλαίσιο

Σε συνθήκες λειτουργίας του ΦΒ πλαισίου (πυκνότητα ισχύος της ακτινοβολίας, ταχύτητα ανέμου, χώρος εγκατάστασης των ΦΒ πλαισίων), παρουσιάζουν διαφορές θερμοκρασιών από σημείο σε σημείο πάνω στην επιφάνειά του. Η απεικόνιση του πεδίου θερμοκρασίας του ΦΒ πλαισίου μπορεί να γίνει με χρησιμοποίηση Θέρμογραφικής κάμερας. Γενικά, εμφανίζονται θερμοκρασίες διαβαθμίσεις στην έκταση του πλαισίου, με μέγιστη θερμοκρασία στο κέντρο κάθε ΦΒ στοιχείου της κεντρικής περιοχής και χαμηλότερες θερμοκρασίες περιμετρικά, ιδιαίτερα στις περιοχές που γειτνιάζουν με το μεταλλικό πλαίσιο.

1.5.Σχεδιασμός και τοποθέτηση Φωτοβολταϊκών

Ένα σημαντικό πρόβλημα που αντιμετωπίζει ο σχεδιαστής στην τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών είναι το που θα στερεωθούν οι βασικές μονάδες, αν θα στερεωθούν σε σταθερές θέσεις ή οι προσανατολισμοί τους θα ακολουθούν την κίνηση του ηλίου κατά την διάρκεια της ημέρας.

Στις περισσότερες διατάξεις οι βασικές μονάδες στερεώνονται σ' ένα σταθερό κεκλιμένο επίπεδο με την πρόσοψη προς τον ισημερινό χωρίς κανένα κινούμενο τμήμα και χαμηλό κόστος. Η γωνία κλίσης εξαρτάται κυρίως από το γεωγραφικό πλάτος, την αναλογία της ακτινοβολίας στην τοποθεσία και το είδος του φορτίου.



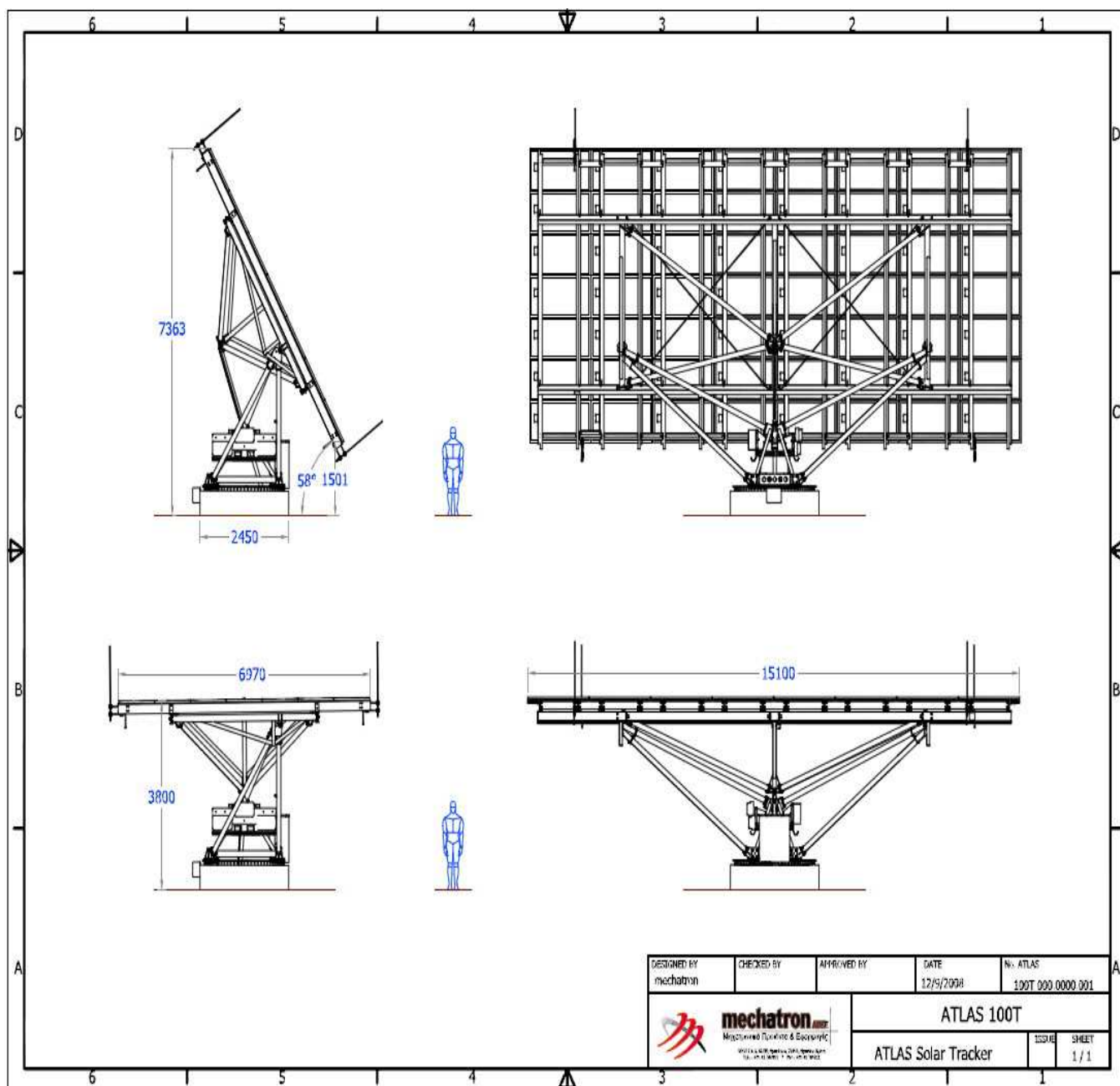
Εικόνα 1.11: Ηλιοτρόπιο (tracker) δυο αξόνων για την συνεχή παρακολούθηση του ήλιου.

Στερεώνοντας τη διάταξη πάνω σε σύστημα με δύο άξονες μπορεί να συλλεχθεί μέχρι 25% περισσότερη ηλιακή ενέργεια, σε σύγκριση με την εγκατάσταση σταθερής κλίσης. Κάτι τέτοιο όμως έχει ως αποτέλεσμα μια χαμηλότερης αξιοπιστίας και υψηλότερου κόστους συντήρησης. Σε ένα μονό άξονα παρακολούθησης του ηλίου είναι λιγότερο σύνθετη αλλά παρουσιάζει μικρότερο κέρδος. Ο προσανατολισμός μπορεί να ρυθμίζεται χειροκίνητα, εκεί που η προσφορά εργασίας είναι διαθέσιμη, αυξάνοντας έτσι τις όποιες απολαβές. Έχει υπολογιστεί ότι σε κλίματα με ηλιοφάνεια μια διάταξη επίπεδης κινούμενης πλάκας που έχει κατάλληλη ρύθμιση ώστε να στρέφεται προς τον ήλιο δυο φορές την ημέρα και να παίρνει την κατάλληλη κρίση τέσσερις φορές το χρόνο, μπορεί να συλλαμβάνει το 95% της ενέργειας, που συλλέγετε με ένα σύστημα δυο αξόνων παρακολούθησης πλήρως αυτοματοποιημένο.



Εικόνα 1.12: Περιστροφές των trackers κατά την διάρκεια της ημέρας

Το σύστημα παρακολούθησης είναι ιδιαίτερα σημαντικό στα συστήματα, που λειτουργούν κάτω από συγκεντρωμένο ηλιακό φως. Η δομή αυτών των συστημάτων εκτείνεται από έναν απλό σχεδιασμό βασισμένο πάνω σε πλευρικούς ενισχυτικούς καθρέπτες μέχρι τα συγκεντρωτικά συστήματα, τα οποία χρησιμοποιούν υπερσύγχρονες οπτικές τεχνικές, για να αυξήσουν την είσοδο φωτός προς τα ηλιακά στοιχεία κατά μερικές τάξεις του μεγέθους. Αυτά τα συστήματα πρέπει να προνοούν για ένα σημαντικό γεγονός, ότι δηλαδή συγκεντρώνοντας το ηλιακό φως ελαττώνουν το γωνιακό άνοιγμα των ακτινών, που το σύστημα μπορεί να δεχθεί. Η παρακολούθηση γίνεται απαραίτητη από τη στιγμή που ο λόγος συγκέντρωσης υπερβαίνει το 10 περίπου και το σύστημα μπορεί να μετατρέψει μόνο την άμεση συνιστώσα της ηλιακής ακτινοβολίας.

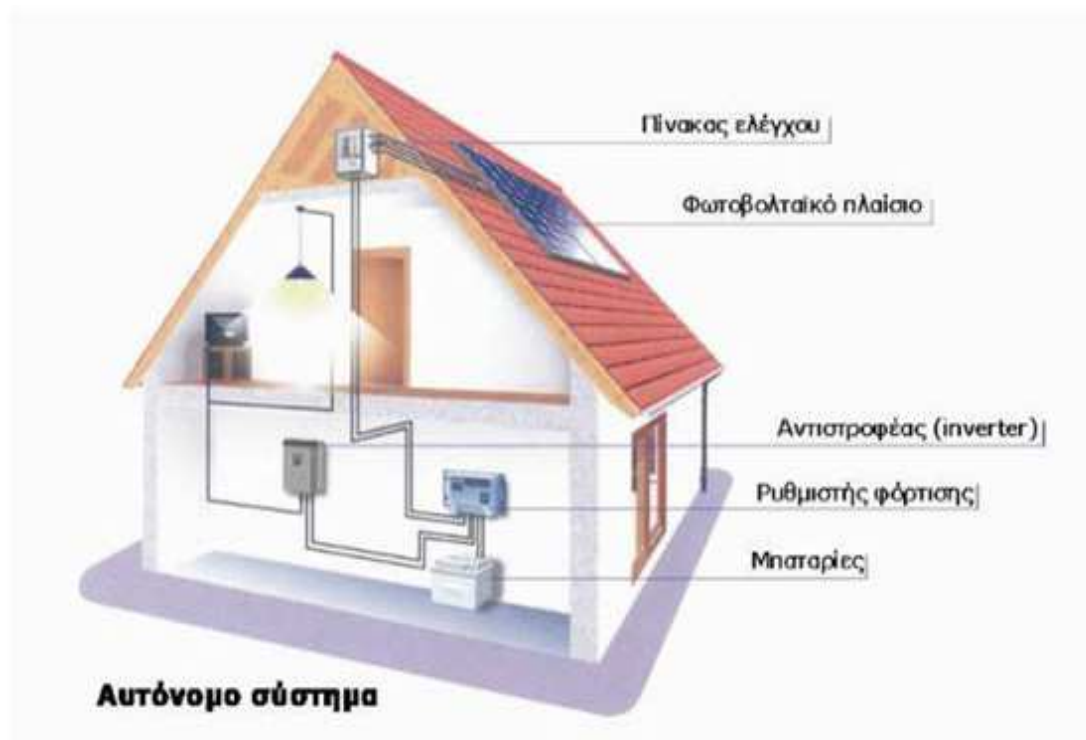


Εικόνα 1.13: Δείγμα tracker της εταιρίας Mechatron για την παρακολούθηση του ήλιου. Στο σχήμα φαίνονται οι διαστάσεις.

Φωτοβολταϊκά συστήματα για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών σε κτήρια

Σε ένα διασυνδεδεμένο σύστημα για να καλύψουμε τις ενεργειακές ανάγκες ενός κτηρίου, θα πρέπει να γνωρίζουμε την διαθέσιμη επιφάνειά του καθώς και πόσα χρήματα διαθέτει ο καταναλωτής να επενδύσει.

Υπάρχουν εταιρίες που σχεδιάζουν μελέτες εγκατάστασης φωτοβολταϊκών στις στέγες. Ο καταναλωτής μπορεί να έρθει σε επαφή με μια από αυτές και να τους περιγράψει τις ανάγκες και το προφίλ της κατανάλωσης ενέργειας που έχει και να πάρει μια προσφορά. Η εταιρία που θα εγκαταστήσει το φωτοβολταϊκό σύστημα θα πρέπει να υπολογίσει τη βέλτιστη ισχύ ώστε να καλύψει με ασφάλεια τις ανάγκες του καταναλωτή χωρίς να μπει σε περιττά έξοδα.



Εικόνα 1.14: Εγκατάσταση αυτόνομου συστήματος φωτοβολταϊκών για κατοικία.

Φωτοβολταϊκά στις στέγες

Με τα φωτοβολταϊκά σε στέγες η Ευρωπαϊκή Ένωση θέλει να ωθήσει τους καταναλωτές να αξιοποιήσουν την ηλιακή ενέργεια. Έτσι ξεκίνησε το Πρόγραμμα «Φωτοβολταϊκά σε Στέγες» με πολύ ευνοϊκές ρυθμίσεις και πολλά κίνητρα. Το Πρόγραμμα αφορά στέγες και δώματα στα οποία μπορούν να τοποθετηθούν φωτοβολταϊκά συνολικής ισχύος 10 kW. Σε αυτό μπορούν να μετέχουν όλοι οι πολίτες και να πωλούν το ρεύμα που παράγουν στη ΔΕΗ. Το κέρδος για τον κάτοχο φωτοβολταϊκών είναι διπλό:

- εισπράττει χρήματα από τη ΔΕΗ για το ρεύμα που παράγει
- δεν χρειάζεται να πληρώνει για το ρεύμα που καταναλώνει.



Εικόνα 1.15: Φωτοβολταϊκά σε στέγες κτηρίων

Δικαίωμα συμμετοχής στο πρόγραμμα αυτό έχουν όλοι οι κάτοικοι της Ελλάδας, ιδιώτες ή μικρές επιχειρήσεις, με μοναδική προϋπόθεση να είναι ιδιοκτήτες του ακινήτου που θα τοποθετηθούν τα φωτοβολταϊκά και το ακίνητο τους να είναι σε σύνδεση με την ΔΕΗ. Δεν ισχύει για περιοχές που δεν βρίσκονται στο διασυνδεδεμένο σύστημα.

Εξίσου σημαντικό για όσους αποφασίσουν να τοποθετήσουν φωτοβολταϊκά στις στέγες τους είναι ότι δεν φορολογούνται για τα έσοδα που προκύπτουν από την πώληση του ρεύματος, λόγω του μικρού μεγέθους του συστήματος που δικαιούται το κάθε κτίριο. Εκτός από τα φωτοβολταϊκά σε στέγες μονοκατοικιών, τοποθετούνται και σε στέγες και δώματα πολυκατοικιών. Απαιτείται η σύμφωνη γνώμη όλων των ιδιοκτητών και η διαδικασία πραγματοποιείται από το διαχειριστή.

Η τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών είναι μια επένδυση για το μέλλον αφού εξασφαλίζει κέρδη για τον κάτοχο του φωτοβολταϊκού συστήματος για 25-30 χρόνια. Ειδικά σε κάποιες περιοχές της Ελλάδας που επικρατεί ηλιοφάνεια τους περισσότερους μήνες του χρόνου, η απόδοση είναι εγγυημένη. Τα κέρδη εξαρτώνται από το μέγεθος της εγκατάστασης και όσο μεγαλύτερη είναι αυτή, τόσο πιο πολλά τα κέρδη.

Η τιμή αγοράς της kWh (κιλοβατάρας) από τη ΔΕΗ με βάση τον νόμο 3851 ήταν 0,55 ευρώ μέχρι τον Ιούλιο του 2012, ενώ από τον Αύγουστο του 2012 μετά από τροποποίηση του νόμου έπεσε στα 0,25 ευρώ. Η τιμή θα μειώνεται κάθε εξάμηνο ως εξής:

Η χρηματοδότηση από τις τράπεζες για το Πρόγραμμα που αφορά τα φωτοβολταϊκά σε στέγες, φτάνει έως και το 100%. Εφόσον φυσικά κάποιος πληροί τις προϋποθέσεις για τραπεζικό δανεισμό. Σε αυτή την περίπτωση το κόστος για την τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών είναι μηδαμινό για τον κάτοχο του ακινήτου, αφού άμεσα μπορεί από τα κέρδη του να αποπληρώσει το δάνειο.

Μια τέτοια επένδυση συμφέρει φυσικά γιατί πολύ απλά εκμεταλλευόμαστε τον πλούτο μας σαν Ελλάδα, εκμεταλλευόμαστε τον ήλιο και σε συνάρτηση με την πολύ καλή τιμή της πωλούμενης ηλιακής κιλοβατώρας, τότε, ο καταναλωτής όχι μόνο κάνει απόσβεση της επένδυσης αλλά έχει και ένα λογικό κέρδος από την παραγωγή και τροφοδοσία πράσινης ενέργειας στο δίκτυο.

Έτος/Μήνας	Τιμή Κιλοβατώρας(Ευρώ)
2012 Αύγουστος	0,25
2013 Φεβρουάριος	0,23875
2013 Αύγουστος	0,22801
2014 Φεβρουάριος	0,21775
2014 Αύγουστος	0,20795
2015 Φεβρουάριος	0,19859
2015 Αύγουστος	0,18965
2016 Φεβρουάριος	0,18112
2016 Αύγουστος	0,17297
2017 Φεβρουάριος	0,16518
2017 Αύγουστος	0,15775
2018 Φεβρουάριος	0,15065
2018 Αύγουστος	0,14387

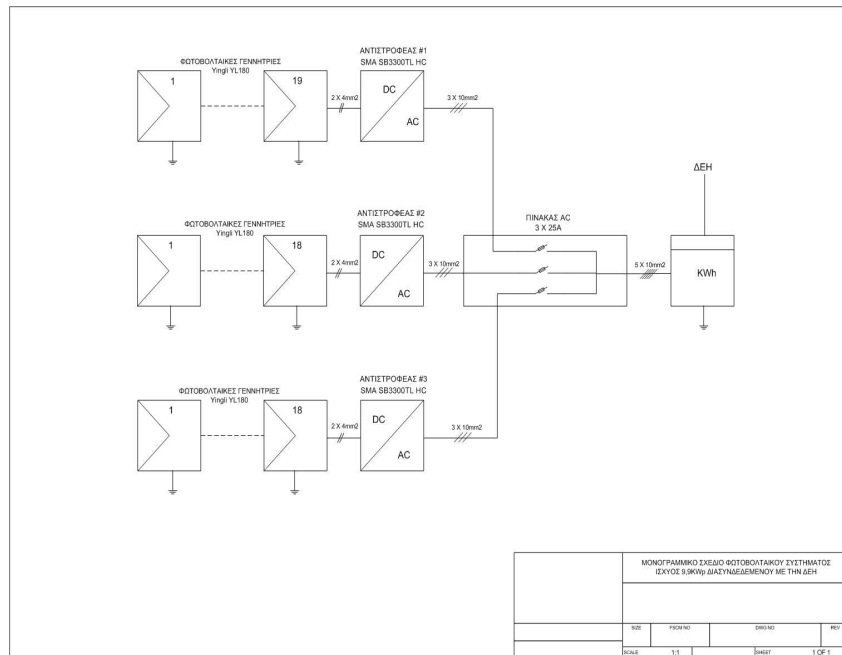
1.6.Βοηθητικά Συστήματα Εγκαταστάσεων

1.6.1. Μετατροπείς DC-AC

Η χρησιμοποίηση του εναλλασσομένου ρεύματος σε ΦΒ εφαρμογές επιβάλλεται στις περισσότερες των περιπτώσεων, εξαιτίας της επικράτησής του, κατά γενικό τρόπο, σε C-κύριοι τρόποι με τους οποίους μπορούμε να μετατρέψουμε συνεχές ρεύμα (DC) σε εναλλασσόμενο (AC).

- α) Με συνδυασμό κινητήρα συνεχούς ρεύματος με γεννήτρια εναλλασσομένου,
- β) Με χρήση του κλασικού μηχανικού ή ηλεκτρονικού διακοπτικού συστήματος σε συνεργασία με μετασχηματιστή (πηνίο Ruhmkorff, διατάξεις τροφοδοσίας των αναφλεκτήρων των μηχανών εσωτερικής καύσης) και
- γ) Με τον καθαρά ηλεκτρονικό μετατροπέα DC-ACconverter (*Inverter*).

Ο *inverter* είναι ένα ηλεκτρονικό σύστημα ισχύος που μετατρέπει συνεχή τάση σε εναλλασσόμενη (μονοφασική ή τριφασική). Χρησιμοποιείται ευρύτατα σε περιπτώσεις που διαθέτουμε πηγή συνεχούς ηλεκτρικής τάσεως και καταναλωτές εναλλασσόμενης.



Εικόνα 1.16: Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνεται η θέση των αντιστροφών DC-AC στο ηλεκτρικό κύκλωμα. Οι ηλεκτρονικές διατάξεις αυτές μεσολαβούν πριν το ρεύμα δοθεί στο δίκτυο για κατανάλωση.

1.6.2. Μετατροπείς AC-DC

Ο μετατροπέας εναλλασσομένου ρεύματος (AC-DC) συνδυάζεται από ένα σύστημα ανόρθωσης της παρεχόμενης, από την ενεργειακή πηγή, εναλλασσόμενης ηλεκτρικής τάσης (μονοφασικής ή τριφασικής μορφής), χωρίς την παρεμβολή μετασχηματιστή, με μια διάταξη μετατροπής συνεχούς σε συνεχές ρεύμα (DC-DC). Μια τέτοια διάταξη περιλαμβάνει μια ανορθωτική μονάδα σε συνδυασμό με ένα μετατροπέα DC-DC.

1.7.Χρησιμότητα της Μελέτης

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι φιλικά προς το περιβάλλον και την κοινωνία. Υπάρχουν πολλά οφέλη για τους καταναλωτές, για τις αγορές ενέργειας και την βιώσιμη ανάπτυξη. Επίσης υπάρχουν ισχυρά κίνητρα για τον καταναλωτή για να

ξεκινήσει μια τέτοια επένδυση καθώς η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα.

Με μια τέτοια επένδυση ο καταναλωτής κάνει απόσβεση μέσα σε 5 με 7 χρόνια και η διάρκεια ζωής των Φ/Β συστημάτων είναι το ελάχιστο 25 χρόνια με εγγύηση απόδοσης ισχύος, 90% για τα πρώτα 12 χρόνια και 80% για τα πρώτα 25 χρόνια. Ξεκινάει μια συμφέρουσα μακροχρόνια επένδυση με πολύ μεγάλο ποσοστό εγγύησης ισχύος. Επίσης προσφέρουν υψηλή και εγγυημένη ετήσια απόδοση με υψηλή αξιοπιστία διότι δεν υπάρχουν κινητά μέρη.

Έχουμε σημαντικά οφέλη για το περιβάλλον και την κοινωνία διότι προκαλούν μηδενικές εκπομπές ρύπων και η λειτουργία του συστήματος είναι ολοσχερώς αθόρυβη.

Περισσότερα πλεονεκτήματα για τον καταναλωτή για να ξεκινήσει μια τέτοια επένδυση είναι:

- Η ηλιακή ενέργεια είναι ανεξάντλητη ενεργειακή πηγή, διατίθεται παντού και δεν στοιχίζει απολύτως τίποτα
- Με την κατάλληλη γεωγραφική κατανομή, κοντά στους αντίστοιχους καταναλωτές ενέργειας, τα Φ/Β συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν χωρίς να απαιτείται ενίσχυση του δικτύου διανομής
- Έχουν σχεδόν μηδενικές απαιτήσεις συντήρησης
- Υπάρχει πάντα η δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης, ώστε να ανταποκρίνονται στις αυξανόμενες ανάγκες των χρηστών
- Μπορούν να εγκατασταθούν πάνω σε ήδη υπάρχουσες κατασκευές, όπως είναι π.χ. η στέγη ενός σπιτιού ή η πρόσοψη ενός κτιρίου
- Διαθέτουν ευελιξία στις εφαρμογές: τα Φ/Β συστήματα λειτουργούν άριστα τόσο ως αυτόνομα συστήματα, όσο και ως αυτόνομα υβριδικά συστήματα όταν συνδυάζονται με άλλες πηγές ενέργειας (συμβατικές ή ανανεώσιμες) και συσσωρευτές για την αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας. Επιπλέον, ένα μεγάλο πλεονέκτημα του Φ/Β συστήματος είναι ότι μπορεί να διασυνδεθεί με το δίκτυο ηλεκτροδότησης (διασυνδεδεμένο σύστημα), καταργώντας με τον

τρόπο αυτό την ανάγκη για εφεδρεία και δίνοντας επιπλέον τη δυνατότητα στον χρήστη να πωλήσει τυχόν πλεονάζουσα ενέργεια στον διαχειριστή του ηλεκτρικού δικτύου.

2. Περιγραφή Έργου

2.1.Γεωγραφική Θέση

Το ΦΒ πάρκο μελετάται να εγκατασταθεί στο Νομό Ηρακλείου, στη νότια πλευρά της Κρήτης όπως φαίνεται στο γεωγραφικό χάρτη της Ελλάδος, έξω από την κωμόπολη των Μοιρών στη περιοχή της Μεσσαράς. Το γήπεδο όπου θα γίνει η εγκατάσταση, βρίσκεται 3km περίπου έξω από τις Μοίρες μακριά από την κατοικήσιμη περιοχή. Το έδαφος έχει μηδενική κλίση και είναι ηλιόλουστο, δεν σκιάζεται καθόλου από την ανατολή έως τη δύση του ηλίου.

Η επιλογή της θέσης έγινε μετά από έρευνα, έτσι ώστε να ικανοποιεί τους περιορισμούς που προβλέπονται στην σχετική νομοθεσία δηλαδή να μην είναι σε Πυρήνες Εθνικών Δρυμών, Αισθητικά δάση, Προστατευόμενες περιοχές άρθρου 21 Ν 1650 ή άρθρου 3044/2002, να μην είναι οικότοπος, περιοχή ορνιθοπανίδας, αρχαιολογικός χώρος, πολιτιστικό μνημείο, αγροτική γη υψηλής παραγωγικότητας, ζώνη αναδασμού, αρδευόμενη έκταση, η οργανωμένη ζώνη δευτερογενούς ή τριτογενούς τομέα. Επίσης να μην επηρεάζει αρνητικά το περιβάλλον, τους υπάρχοντες οικισμούς και γενικώς καμία από τις εν γένει δραστηριότητες της ευρύτερης περιοχής και τέλος να μην είναι ορατό από οικισμούς.

Η διάταξη των φωτοβολταϊκών πλαισίων θα γίνει με νότιο προσανατολισμό. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια θα τοποθετηθούν σε συστήματα παρακολούθησης της πορείας του ηλίου προς μια κατεύθυνση. Η κίνηση πραγματοποιείται γύρω από έναν άξονα με κατάλληλο μηχανισμό, ξεκινώντας από την ανατολή και παρακολουθώντας την πορεία του ήλιου καθ' όλη την ημέρα καταλήγοντας στην δύση.



Εικόνα 2.1: Τοπογραφικό με ισοψείς γραμμές

Το γήπεδο που επιλέχθηκε για την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού πάρκου έχει τις κατάλληλες προϋποθέσεις για να πραγματοποιηθεί η εγκατάσταση αυτή. Έχει την κατάλληλη γεωγραφική θέση έτσι ώστε σε κανένα σημείο του γηπέδου να μην υπάρχει σκίαση.

Για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας θα χρησιμοποιηθούν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια για να εκμεταλλευτούν τον ήλιο και να μετατρέψουν την ενέργεια του σε ηλεκτρική ενέργεια.

Ηλιακό δυναμικό ορίζεται η ποσότητα ενέργειας ανά μονάδα χρόνου που μπορεί να δεσμευτεί, ανά μονάδα επιφάνειας που ακτινοβολείται από τον ήλιο. Ο προσδιορισμός του ηλιακού δυναμικού μιας θέσης γίνεται κάθε χρόνο με βάση την κατανομή της εντάσεως της ηλιακής ακτινοβολίας στη διάρκεια του έτους.

Με βάση την κοντινότερη περιοχή έχουμε επιλέξει, κατά την εκτίμηση μας, τις μετρήσεις ηλιοφάνειας. Η απόσταση είναι αρκετά κοντινή, άρα η διαφορά θερμοκρασίας θα είναι ελάχιστη, ακόμη και ίδια.

2.2.Σχέδιο Μελέτης

Η θέση εγκατάστασης βρίσκεται στη Κρήτη, στο Νομό Ηρακλείου στην περιοχή της Μεσσαράς, έξω από την κωμόπολη των Μοιρών.

Πιο συγκεκριμένα το ακριβές στίγμα του χώρου είναι:

Latitude [°] =35,054

Longitude [°] = 24,881

Altitude [m] =87

Climatic zone =I, 1



Εικόνα 2.2: Απεικόνιση έκτασης

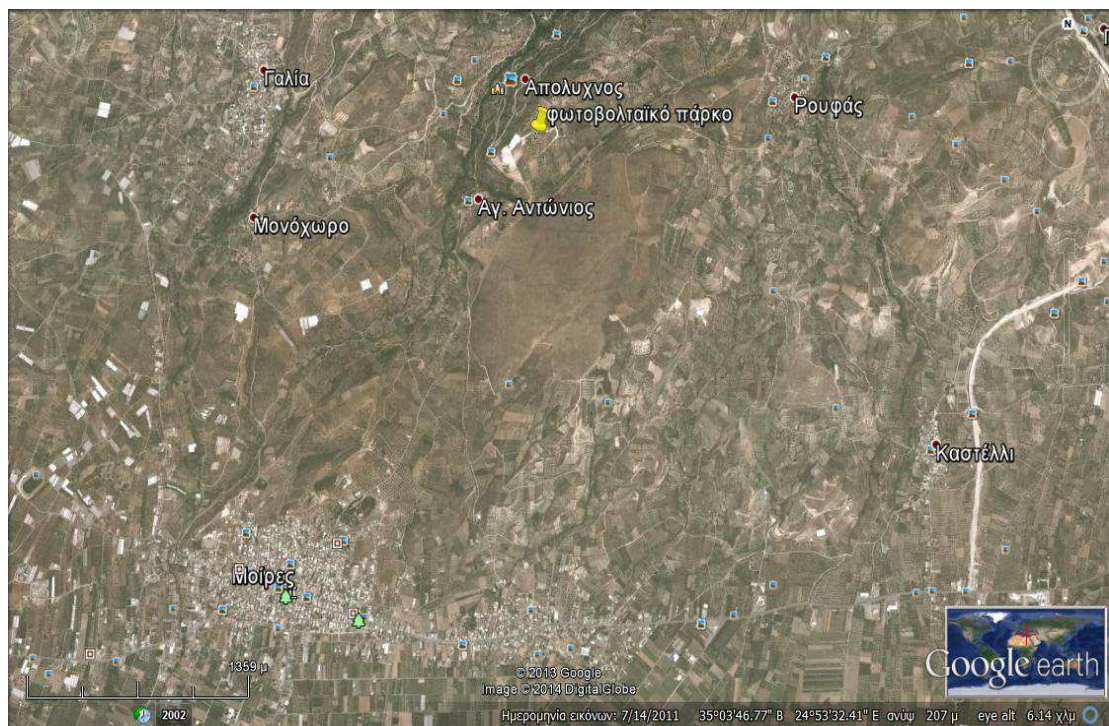
ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ ΣΕ ΕΣΓΑ 87		
A/A	X	Y
0	580972,95	3881457,43
1	581042,27	3881474,37
2	581054,18	3881430,71
3	580982,48	3881412,72
4	580972,95	3881457,70



Εικόνα 2.3: Θέση φωτοβολταϊκού πάρκου στο χάρτη I



Εικόνα 2.4: Θέση φωτοβολταϊκού πάρκου στο χάρτη II



Εικόνα 2.5: Θέση φωτοβολταϊκού πάρκου στο χάρτη III

2.3.Ισχύς Εγκατάστασης

Η τεχνο-οικονομική μελέτη αφορά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας φωτοβολταϊκού πάρκου, με ονομαστική ισχύ 99kW. Η περιοχή που θα πραγματοποιηθεί η εγκατάσταση απέχει από οικισμό πάνω από 3km και δεν υπάρχουν εμπόδια που να προκαλούν σκίαση στο γήπεδο καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας.

Η μελέτη προβλέπει την εγκατάσταση 550 φωτοβολταϊκών στοιχείων ισχύος 180Wp έκαστο, με συνολική ονομαστική ισχύ 99kW. Η τεχνολογία που θα χρησιμοποιηθεί είναι σύγχρονη, με εγκεκριμένα συστήματα και κατάλληλα πιστοποιητικά λειτουργίας.

Το κράτος στηρίζει με νόμους τον Έλληνα καταναλωτή και τον προτρέπει έτσι ώστε να αναπτύξει αυτή τη μέθοδο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, διότι είναι πολύ σημαντικό για την βελτίωση του τόπου μας, για το περιβάλλον, για τον άνθρωπο και γενικότερα για την κοινωνία στην οποία ζούμε. Δια της τεχνολογίας αυτής προστατεύεται απολύτως το Σύστημα, το Δίκτυο και οι εγκαταστάσεις παραγωγής, όπως και όλος εν γένει ο συνδεδεμένος εξοπλισμός.

Η προστασία αυτή αναλύεται στην παρακάτω παρούσα αίτηση:

Η παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας με την μέθοδο αυτή δεν μολύνει το περιβάλλον αλλά αντιθέτως βοηθά στην προστασία αυτού, η δε απόδοση αυτής είναι ικανοποιητική, η επένδυση είναι εμπορικά βιώσιμη, και αποδίδεται στον καταναλωτή, κυρίως όταν αυτός την χρειάζεται δηλαδή κατά την διάρκεια της ημέρας με μέγιστη παροχή το μεσημέρι, δηλαδή την ώρα αιχμής ζήτησης.

Η εταιρεία έχει την οικονομική και χρηματοδοτική δυνατότητα να εκτελέσει το έργο. Αυτό αποδεικνύεται από σχετικές επισυναπτόμενες βεβαιώσεις Τραπεζών για την ρευστότητα των μετόχων. Η τεχνολογία των Φωτοβολταϊκών είναι ώριμη για εμπορική εκμετάλλευση, και ήδη πολλές μεγάλες πολυεθνικές εταιρείες πωλούν ή και εγκαθιστούν τεράστιες μονάδες σε παγκόσμια κλίμακα.

Το έργο μας αυτό θα βοηθήσει το μακροπρόθεσμο ενεργειακό προγραμματισμό και σχεδιασμό της χώρας μας και την μερική ανεξάρτηση της από ορυκτά καύσιμα. Ακόμη θα συνεισφέρει κατά πολύ στην προστασία του Έλληνα καταναλωτή αφού είναι ένα ιδιωτικό έργο που αναπτύσσεται παράλληλα με πολλά παρόμοια έργα, που γίνονται από διάφορους και ανεξάρτητους μεταξύ τους παραγωγούς ηλεκτρικού ρεύματος.

Τοιουτοτρόπως με την πολιτική αυτή καταργούνται σταδιακά τα πάσης μορφής μονοπώλια και οι τιμές του τελικού προϊόντος (ηλεκτρική ενέργεια) μακροπρόθεσμα θα μειωθούν αφού θα υπάρχει μεγάλη προσφορά από πολλές διαφορετικές πηγές.

Εκτιμούμε ότι δεν θα υπάρξουν αντιδράσεις από άλλες δημόσιες αρχές σχετικά με θέματα δημόσιας ασφάλειας διότι παρόμοια έργα συντελούν μόνο θετικά σε αυτήν, αφού η ενέργεια που παράγεται από πολλά μικρά και διάσπαρτα έργα, είναι η πλέον ασφαλής. Αντιθέτως η κεντρικά παραγόμενη ενέργεια από τεράστιες μονάδες είναι ευάλωτη σε παντός είδους εχθρικές ενέργειες ή ατυχήματα, που εάν συμβούν θα έχουν καταλυτική επίδραση στο δίκτυο, το σύστημα την χώρα και την κοινωνία.

Τέλος με την χρήση αυτών των μεθόδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, επιβληθεί η ανάπτυξη και χρήση νέων αλλά δοκιμασμένων τεχνικών μεθόδων και διαδικασιών για την παραγωγή αυτής. Το κοινό, αλλά και οι εργαζόμενοι εκεί, προστατεύονται από τις ενεργειακές μας δραστηριότητες που είναι ουσιαστικά οικολογικές.

Γενικά χαρακτηριστικά φωτοβολταϊκού σταθμού

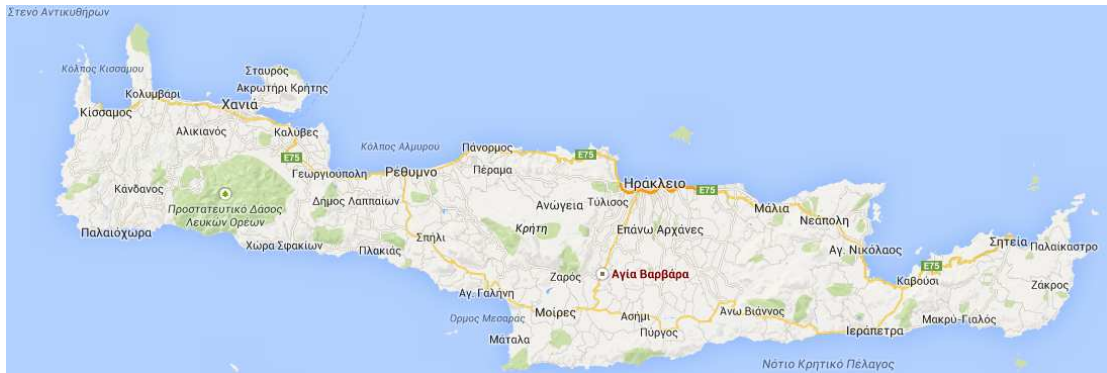
Ο φωτοβολταϊκός σταθμός έχει ισχύ 99kW και το εμβαδό του γηπέδου είναι 3.300 τ.μ. Πρόκειται να εγκατασταθούν 550 φωτοβολταϊκά πλαίσια. Το φωτοβολταϊκό πάρκο θα είναι μια ανεξάρτητη μονάδα ηλεκτροπαραγωγής και θα διασυνδέεται με την ΔΕΗ μέσω του δικτύου χαμηλής τάσεως, η οποία θα είναι 230V. Το υφιστάμενο δίκτυο μέσης και χαμηλής τάσης της ΔΕΗ, μπορεί να απορροφήσει το σύνολο της παραγμένης ενέργειας χωρίς καμία απαίτηση περαιτέρω ενίσχυσης των καλωδίων του. Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία αυτά αφού συνδεθούν μεταξύ τους σειριακά και παράλληλα, καταλήγουν στον αντιστροφέα (Inverter) και από εκεί στον

μετασχηματιστή χαμηλής τάσεως. Η εν συνεχεία σύνδεση του φωτοβολταϊκού σταθμού με το δίκτυο χαμηλής τάσης της ΔΕΗ γίνεται μέσω αυτόματου αποζεύκτη ο οποίος και θα προστατεύει την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών, ή ακόμη θα διακόπτει την σύνδεση του με το δίκτυο σε περίπτωση συντήρησης του δικτύου. Ο κεντρικός πίνακας χαμηλής τάσης καθώς και οι λοιπές απαιτούμενες βοηθητικές διατάξεις θα στεγαστούν εντός οικίσκου ελέγχου. Επίσης θα εγκατασταθεί σύστημα κεντρικού εποπτικού ελέγχου και επίβλεψης του πάρκου.

3. Μεθοδολογία

3.1.Μελέτη Γεωγραφικής Θέσης

Η επιλογή του χώρου εγκατάστασης είναι βασική παράμετρος για την συγκεκριμένη επένδυση από όπου πρέπει να ξεκινήσει η μελέτη. Έτσι έγινε έλεγχος για τους διαθέσιμους χώρους στην περιοχή της μεσαράς όπου να πληρούνται οι απαραίτητες προϋποθέσεις. Αξίζει να σημειωθεί ότι κοντά υπάρχουν αρκετές κατοικημένες περιοχές οι οποίες είναι αξιοσημείωτα κέντρα κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Για παράδειγμα η κωμόπολη Αγ. Βαρβάρας ή Μοίρες οι οποίες βρίσκονται κεντρικά και νότια του νομού Ηρακλείου Κρήτης. Βρίσκονται μακριά από τις μεγάλες μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Συνεπώς κάθε παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κοντά στην περιοχή θα ενίσχυε σημαντικά το δίκτυο και θα ελάττωνε τις απώλειες.



Τα κριτήρια για την επιλογή του χώρου εγκατάστασης ήταν τα εξής:

1. Η διαθεσιμότητα σημαντικής έκτασης γης
2. Χαμηλό κόστος ανά επιφάνεια γης
3. Προσανατολισμός επιφάνειας με την μεγαλύτερη πλευρά να είναι προς το Νότο
4. Προσβασιμότητα με οδικό άξονα
5. Δεν υπάρχουν εμπόδια που θα δημιουργούσαν σκιάσεις και θα επηρέαζαν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
6. Σταθερό έδαφος για την εγκατάσταση

7. Καλή μορφολογία εδάφους, σχετικά επίπεδο, δεν δυσκολεύει την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών.

3.2.Λογισμικό Μελέτης

Για τις ανάγκες της μελέτης έγινε αναζήτηση του διαθέσιμου λογισμικού για τον υπολογισμό του απαραίτητου εξοπλισμού και της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας σε συνάρτηση του χρόνου. Έγινε επιλογή με κριτήρια το λογισμικό να είναι διαθέσιμο δωρεάν και αξιόπιστο ώστε τα αποτελέσματα να ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα και να μπορούν να χρησιμοποιηθούν.

Το πρώτο λογισμικό που χρησιμοποιείται στην παρούσα εργασία είναι το SMA Sunny Design 3 (Revision 4 Version 3.1). Αποδείχθηκε πολύ χρήσιμο εργαλείο για τον υπολογισμό κυρίως του Inverter αλλά και των αγωγών για τις συνδέσεις.



Οι υπολογισμοί της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας έγιναν με ένα δεύτερο πρόγραμμα το οποίο ονομάζεται PVsyst 6 (Version 6.2.3). Αρκετά εύχρηστο και με καλές κριτικές από ανθρώπους του χώρου των μελετητών ΦΒ εγκαταστάσεων. Έχει δυνατότητα να υπολογίσει την ετήσια ηλιακή απολαβή ανάλογα με τις συντεταγμένες της τοποθεσίας. Ακόμα μπορεί να γίνει υπολογισμός του Inverter ανάλογα με την ισχύ της εγκατάστασης. Τέλος υπολογίζονται τα οικονομικά της επένδυσης, εκτιμώμενα κόστη και απολαβές.



Αξίζει να σημειωθεί ότι το πρόγραμμα έχει τη δυνατότητα να δεχθεί πολλές ρυθμίσεις από το χρήστη ώστε να προσαρμόζεται στην κάθε περίπτωση. Επιπλέον είναι αρκετά ενημερωμένο και διαθέτει τιμές για τις περισσότερες παραμέτρους ώστε ο χρήστης να εξοικονομεί χρόνο καθώς το χειρίζεται. Παραδείγματος χάρη υπάρχει πληθώρα ΦΒ πλαισίων εγκατεστημένη όπου ο χρήστης δεν χρειάζεται να δώσει τιμές τάσης ή ρεύματος και απλά επιλέγει το πλαίσιο από την λίστα.

Στην παρούσα μελέτη, η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, έχει ως βασικό μοντέλο υπολογισμού των απωλειών κατά τις ενεργειακές μετατροπές από την είσοδο του συστήματος (προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία) έως την έξοδο του συστήματος (σημείο διασύνδεσης με το δίκτυο της Δ.Ε.Η.). Συγκεκριμένα υπολογίζονται με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της συγκεκριμένης περιοχής η φωτοβολταϊκή μετατροπή, οι απώλειες καλωδιώσεων μεταφοράς του συνεχούς ρεύματος στον μετατροπέα dc/ac, οι απώλειες μετατροπής από συνεχές σε εναλλασσόμενο ρεύμα όπως και οι απώλειες του μετατροπέα και οι απώλειες του καλωδίου μεταφοράς του εναλλασσόμενου ρεύματος.

Οι τιμές για την ηλιακή ακτινοβολία της περιοχής έχουν ληφθεί συνδυαστικά, από την Ευρωπαϊκή βάση δεδομένων PVGIS και από την διεθνή βάση METEONORM.

Στην πορεία όλες οι τιμές αυτές προσαρμόστηκαν με βάση το πρότυπο του λογισμικού PVsyst, μέσω του οποίου έχει γίνει η ανάλυση και προσομοίωση λειτουργίας του φωτοβολταϊκού πάρκου. Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής αντλήθηκαν από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία Ελλάδος, όπως η ταχύτητα του ανέμου, η υγρασία της περιοχής αλλά και η θερμοκρασία της. Με βάση τα παραπάνω στοιχεία τόσο της ηλιακής ακτινοβολίας όσο της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος όπως και της ταχύτητας των ανέμων έχει γίνει και ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών.

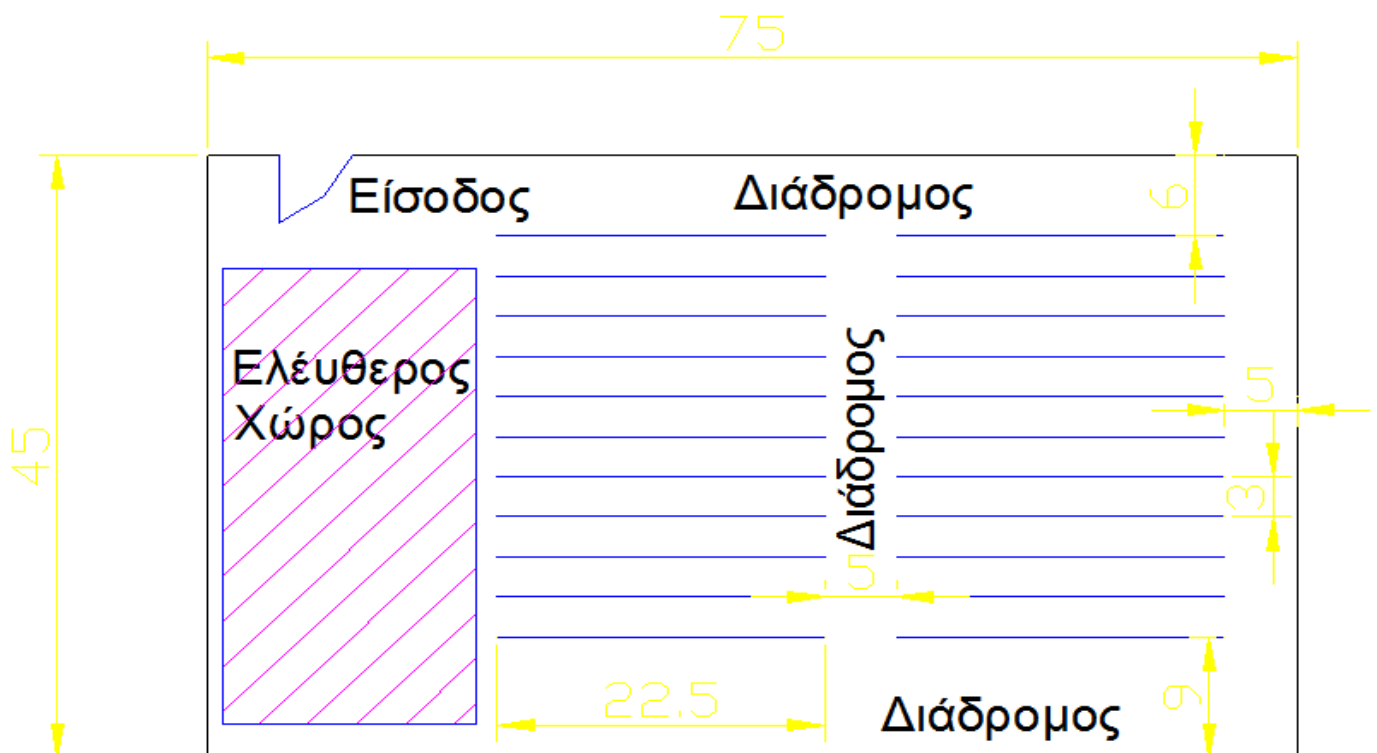
3.3.Οικονομικά Επένδυσης

Τα οικονομικά της επένδυσης κυρίως υπολογίστηκαν μέσω του λογισμικού που προαναφέρθηκε PVsyst 6 (Version 6.2.3). Αρκετά αναλυτικό στα αποτελέσματά του και με κατατοπιστικά διαγράμματα για καλύτερη κατανόηση.

4. Μελέτη Εγκατάστασης

4.1.Χωροταξία

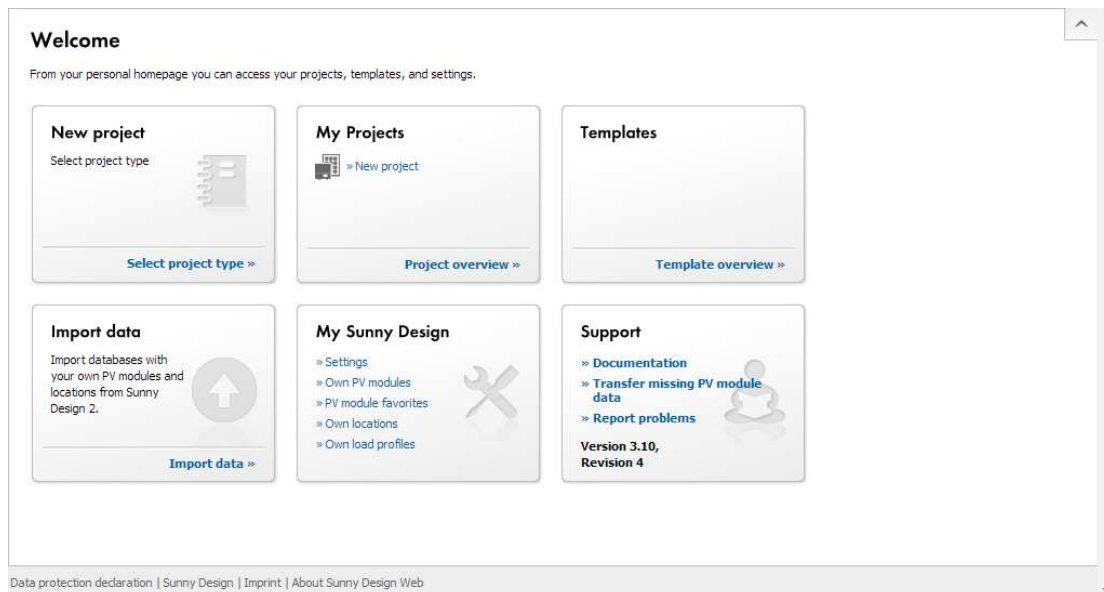
Για την βέλτιστη αξιοποίηση της διαθέσιμης έκτασης γης, έγινε μελέτη του τοπογραφικού και αυτοψία του χώρου. Έτσι σχεδιάστηκε η χωροθέτηση του εξοπλισμού της εγκατάστασης και των αναγκαίων χώρων για τη άλλες χρήσης. Για παράδειγμα χρειάζεται να προβλεφθούν διάδρομοι όπου να μπορούν να εισέρθουν οχήματα για μεταφορά του εξοπλισμού. Ακόμα προβλέπεται χώρος για μελλοντικές ανάγκες που μπορούν να προκύψουν. Οι διαστάσεις φαίνονται λεπτομερέστερα στο παρακάτω σχέδιο χωροθέτησης.



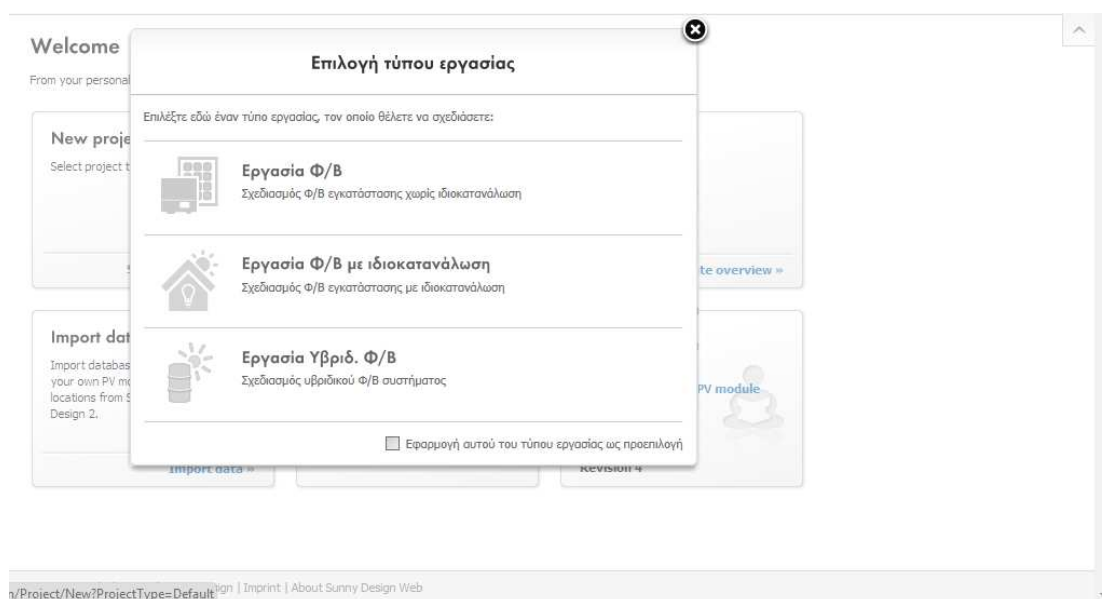
Εικόνα 4.1: Χωροταξία διαθέσιμης έκτασης, έχει γίνει πρόβλεψη ελεύθερου χώρου για μελλοντική χρήση και χώρου για να εισέρθουν μεγάλα μηχανήματα αν χρειάζεται.

4.2. Υπολογισμοί Βέλτιστης Απόδοσης

Για τους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα SMA Sunny Design 3 το οποίο διατίθεται ελεύθερα από την εταιρία SMA Solar Technology στο διαδίκτυο. Μετα την εγκατάσταση χρειάζεται παραμετροποίηση ώστε να προσαρμοσθεί στην παρούσα μελέτη. Φαίνεται τμηματικά η παραμετροποίηση του προγράμματος παρακάτω.



Εικόνα 4.2: Αρχική Φόρμα προγράμματος όπου επιλέγεται η δημιουργία νέου σχεδίου.




Εικόνα 4.3: Δεύτερη φόρμα για τον καθορισμό της Φ/Β εγκατάστασης όπου επιλέγεται χωρίς ιδιοκατανάλωση.

Εικόνα 4.4: Επόμενο βήμα γεωγραφικά χαρακτηριστικά και ονομασία εργασίας.

▼ Advanced project data


Location settings



- The location is **Crete** in **Greece (Southern Europe)**
- The altitude above MSL is **39 m**

Edit


Project details



- Project name: **PV PARK**
- Project number **not entered**
- Comment **not entered**
- Customer **not entered**

Edit


Temperature settings



- The **Ambient temperature** is used
- The annual extreme low temperature is **4 °C**
- The average high temperature is **27 °C**
- The annual extreme high temperature is **36 °C**

Edit


Inverter grid connection



- Low voltage** with a line voltage of **230V (230V / 400V)**
- Voltage tolerance is +/- **10 %**
- Three-phase feed-in**
- Maximum unbalanced load of **5.00 kVA** is taken into account
- No default for the displacement power factor $\cos \phi$
- No setpoint for active power limitation

Edit

Line losses



- The DC line losses will not be taken into account in the yield forecast
- The AC line losses will not be taken into account in the yield forecast

Edit

Next steps

You have reviewed the project data and made modifications if needed. In the next step you may configure the PV plant.

Configure the PV plant

Εικόνα 4.5: Παράμετροι σχετικά με τα χαρακτηριστικά του δικτύου και κλιματολογικά δεδομένα.

Διαμόρφωση φωτοβολταϊκής εγκατάστασης

Εδώ μπορείτε να καταχωρήσετε πληροφορίες για την προγραμματισμένη φωτοβολταϊκή εγκατάσταση. Για το σκοπό αυτό πρέπει να διαμορφώσετε τουλάχιστον μία φωτοβολταϊκή γεννήτρια επιλέγοντας τον τύπο της φωτοβολταϊκής μονάδας και τον αριθμό των φωτοβολταϊκών μονάδων ή τη μέγιστη ισχύς. Στη συνέχεια μπορεί να ακολουθήσει ο σχεδιασμός των μετατροπέων.

Part project 1
Μετονομασία
+ Προσθήκη τμηματικής εργασίας
+ Προσθήκη εναλλακτικής λύσης

▼ Φ/Β γεννήτριες

Όνομα	Κατασκευαστής/ Φ/Β μονάδα	Αριθμός Φ/Β μονάδων/μέγιστη ισχύς	Προσανατολισμός/τρόπος τοποθέτησης
1 PV array 1	BP Solar BP 4 180 (UL) (12/2010)	550 Φ/Β μονάδες 99,00 kWp	11° 35°

+ Προσθήκη φωτοβολταϊκής γεννήτριας

► Σχεδιασμός μετατροπέων

Εδώ μπορείτε να προσαρμόσετε τις προεπιλογές για τον αυτόματο σχεδιασμό και τις προτάσεις σχεδιασμού.

Φίλτρο μετατροπέων
Χειροκίνητος σχεδιασμός
Προτάσεις σχεδιασμού
Αυτόματος σχεδιασμός

Εικόνα 4.6: Διαμόρφωση φωτοβολταϊκής εγκατάστασης, αριθμό πλαισίων, κλίση και προσανατολισμό.

► Σχεδιασμός μετατροπέων

Εδώ μπορείτε να προσαρμόσετε τις προεπιλογές για τον αυτόματο σχεδιασμό και τις προτάσεις σχεδιασμού.

Φίλτρο μετατροπέων
Χειροκίνητος σχεδιασμός
Προτάσεις σχεδιασμού
Αυτόματος σχεδιασμός

► Μετατροπέας

Τύπος	1. PV array 1	2.	3.	Συντελεστής μετατόπισης cos φ	Περιορισμός ενεργής ισχύος AC
9 x SMC 11000TLRP	550 / 550 A: 5 x 12			1,00	11,00 kW

▼ Λεπτομέρειες

Μέγιστη ισχύς: 97,20 kWp Λόγος ονομ. ισχύος: 106 % Συντ.ενεργ. χρήσης: 100 %

Απόδοση

Λόγος ονομ. ισχύος: 106 %

120 % 87 %

Αποδοτικότητα μετατροπείας: 97,2 %

90 % 100 %

Ετήσια ενεργειακή απόδοση (κατά προσέγγιση): 161,57 MWh

Ειδ. ενεργειακή απόδοση (κατά προσέγγιση): 1662 kWh/kWp

Ποσοστό απόδοσης (κατά προσέγγιση): 86,3 %

Απώλειες ισχύος (σε % της φωτοβολταϊκής ενέργειας): --- %

Φ/Β ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ ΣΥΜΒΑΤΟΣ

Παράμετροι	Μετατροπέας	Είσοδος A	Είσοδος B	Είσοδος C
Μέγ. ισχύς DC	11,40 kW	10,80 kWp		
Ελάχ. τάση DC	333 V	371 V		
Χαρακτηριστική Φ/Β τάση		396 V		
Μέγ. τάση DC (φωτοβολταϊκό (Φ/Β))	600 V	563 V		
Μέγ. ρεύμα DC (A)	34,0 A	25,2 A		

Εικόνα 4.7: Υπολογισμός κατάλληλου inverter για την εγκατάσταση, επιλέγοντας τον βέλτιστο αυτόματο σχεδιασμό.

1 x SB 1600TL-10

A: 1 x 10

1,00

1,60 kW

Λεπτομέρειες
Μέγιστη ισχύς: 1,80 kWp
Λόγος ονομ. ισχύος: 94 %
Συντ.ενεργ. χρήσης: 100 %

Απόδοση

Λόγος ονομ. ισχύος: 94 %

120 %

87 %

Αποδοτικότητα μετατροπής: 95,1 %

90 %

100 %

Ετήσια ενεργειακή απόδοση (κατά προσέγγιση): 2.932,30 kWh

Ειδ. ενεργειακή απόδοση (κατά προσέγγιση): 1629 kWh/kWp

Ποσοστό απόδοσης (κατά προσέγγιση): 84,4 %

Απώλειες ισχύος (σε % της φωτοβολταϊκής ενέργειας): --- %

Φ/Β ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ ΣΥΜΒΑΤΟΣ

Παράμετροι	Μετατροπέας	Είσοδος A	Είσοδος B	Είσοδος C
Μέγ. ισχύς DC	1,70 kW	1,80 kWp		
Ελάχ. τάση DC	125 V	309 V		
Χαρακτηριστική Φ/Β τάση		330 V		
Μέγ. τάση DC (φωτοβολταϊκό (Φ/Β))	600 V	469 V		
Μέγ. ρεύμα DC (A)	12,0 A	5,0 A		

+ Προσθήκη μετατροπεία

+ Προσθήκη Sunny Home Manager

Επόμενα βήματα

Έχετε διαμορφώσει πλέον τη Φ/Β εγκατάσταση και στην επισκόπηση μπορείτε να ελέγξετε ξανά τις καταχωρήσεις και τα αποτελέσματα. Έχετε επίσης τη δυνατότητα, να προσθέσετε στην εργασία σας μία ακόμη τμηματική εργασία ή να διαστασιολογήσετε τους αγωγούς DC και AC.

Διαστασιολόγηση αγωγού

Επισκόπηση

Εικόνα 4.8: Το λογισμικό σαν βέλτιστη λύση δίνει στον συνδυασμό δύο Inverter.

Διαστασιολόγηση αγωγών

Εδώ υπάρχει η δυνατότητα υπολογισμού της ισχύος απώλειας της επιλεγμένης διαστασιολόγησης αγωγού. Η εταιρεία SMA Solar Technology AG συνιστά μία σχετική απώλεια ισχύος σε ονομαστική λειτουργία < 1% στην πλευρά AC ή στην πλευρά DC. Για την τριφασική σύνδεση δεν λαμβάνεται υπόψη η επίδραση διαφόρων συντελεστών μετατόπισης! Κατά την επιλογή της διατομής των αγωγών λαμβάνετε υπόψη τις εθνικές και τις διεθνείς οδηγίες (π.χ., VDE, NEC κλπ.)

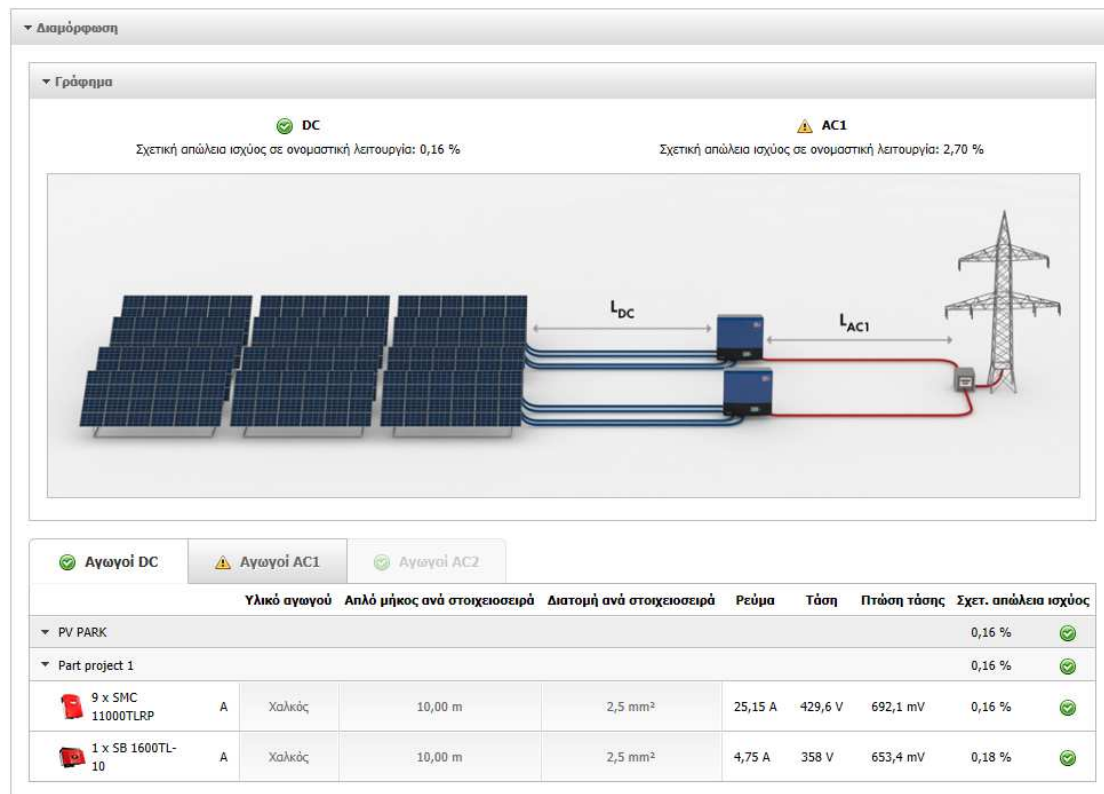
Επισκόπηση

^

Διαθέσιμος υποδιανομέας AC

	✔ DC	⚠ AC1	⚠ Συνολικά
Απώλεια ισχύος σε ονομαστική λειτουργία	159,77 W	2,59 kW	2,75 kW
Σχετική απώλεια ισχύος σε ονομαστική λειτουργία	0,16 %	2,70 %	2,86 %
Συνολικό μήκος αγωγού	920,00 m	100,00 m	1020,00 m
Διατομές αγωγών	2,5 mm ²	2,5 mm ²	2,5 mm ²

Εικόνα 4.9: Διαστασιολόγηση αγωγών εγκατάστασης.



Εικόνα 4.10: Γράφημα εγκατάστασης για σύνδεση στο δίκτυο και υπολογισμός μήκους καλωδίων.

Σχεδιασμός επιτήρησης εγκατάστασης

Μπορείτε να προσθέσετε στη Φ/Β εγκατάστασή σας προϊόντα επικοινωνίας (υλικό και λογισμικό) για την επιτήρηση, τη διαχείριση και την απεικόνιση σημαντικών δεδομένων της εγκατάστασης.

▼ Προεπιλογές

Εδώ μπορείτε να επιλέξετε τις απαιτήσεις και τις προϋποθέσεις της σχεδιαζόμενης επιτήρησης εγκατάστασης. Τα στοιχεία συνοπολογίζονται κατά τον αυτόματο σχεδιασμό της Φ/Β εγκατάστασης.

Απαιτήσεις	Προϋποθέσεις
<input type="checkbox"/> Επιτήρηση εγκαταστάσεων μέσω Διαδικτύου και απεικόνιση δεδομένων εγκατάστασης	<input checked="" type="checkbox"/> Διαθέσιμη πρόσβαση στο Διαδίκτυο
<input type="checkbox"/> Αρχαιοθήκη Online	<input type="checkbox"/> Διαθέσιμο ιδιόκτητο σύστημα διαχείρισης λειτουργίας
<input type="checkbox"/> Τηλεδιάγνωση	<input type="checkbox"/> Διαθέσιμη διεπαφή μετρητή 50
<input checked="" type="checkbox"/> Απεικόνιση δεδομένων εγκατάστασης επιτόπου	<input type="checkbox"/> Διαθέσιμη διεπαφή μετρητή D0
<input type="checkbox"/> Επιτόπου συντήρηση και ρύθμιση παραμέτρων της εγκατάστασης	
<input type="checkbox"/> Επιτόπου αποθήκευση δεδομένων εγκατάστασης	
<input type="checkbox"/> Σύνδεση εξωτερικών αισθητήρων	
<input type="checkbox"/> Μέτρηση καθολικής ακτινοβολίας	
<input type="checkbox"/> Διαχείριση τροφοδοσίας	
<input type="checkbox"/> Έλεγχος μετρητών	
<input checked="" type="checkbox"/> Ασύρματη μετάδοση δεδομένων	
<input checked="" type="checkbox"/> Ενημέρωση για βλάβες	

▼ Σχεδιασμός

Με τη λειτουργία "Αυτόματος σχεδιασμός" μπορείτε να ζητήσετε τη δημιουργία μιας πρότασης σχεδιασμού της επιτήρησης εγκατάστασης με βάση τα στοιχεία σας. Επιπλέον μπορείτε να επιλέξετε περαιτέρω εναλλακτικούς σχεδιασμούς ή να προσθέσετε χειροκίνητα περαιτέρω προϊόντα επικοινωνίας.

Συνοπολογισμός μόνο των τρεχόντων προϊόντων επικοινωνίας

Εικόνα 4.11: Σχεδιασμός επιτήρησης εγκατάστασης με πρόσθετα συστήματα.

▼ Αποτέλεσμα

<p>Part project 1</p> <ul style="list-style-type: none"> 9 x SMC 11000TLRP + 9 x Piggy-Back BTPBINV-NR 1 x SB 1600TL-10 + 1 x Piggy-Back BTPBINV-NR 	<p>Bluetooth</p>	<p>Εσωτερικά στην εγκατάσταση</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 x Flashview 1 x Sunny WebBox με Bluetooth® 	<p>Internet</p>	<p>Εξωτερικά</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 x Sunny Portal
---	------------------	---	-----------------	---

Επόμενα βήματα

Έχετε σχεδιάσει την επιτήρηση της εγκατάστασης και τώρα μπορείτε να ελέγξετε στην επισκόπηση ξανά τις καταχωρίσεις και τα αποτελέσματα.

Εικόνα 4.12: Συστήματα παρακολούθησης της εγκατάστασης (Flashview και WebBox με Bluetooth). Τα συστήματα αυτά παρέχουν τη δυνατότητα ασύρματης μετάδοσης δεδομένων, ενημέρωση για βλάβες και πρόσβαση στο διαδίκτυο.

Επισκόπηση

Σε αυτή την επισκόπηση εμφανίζονται οι καταχωρήσεις, τα αποτελέσματα και οι τρέχουσες υποδείξεις για τον σχεδιασμό της Φ/Β εγκατάστασης. Ελέγξτε τα στοιχεία.

▼ Πληροφορίες εργασίας

Συνολικός αριθμός φωτοβολταϊκών μονάδων	550	Ετήσια ενεργειακή απόδοση (κατά προσέγγιση)	164,51 MWh
Μέγιστη ισχύς	99,00 kWp	Συντ.ενεργ. χρήση	100 %
Αριθμός μετατροπέων	10	Ποσοστό απόδοσης (κατά προσέγγιση)	85,3 %
Ονομαστική ισχύς AC	100,60 kW	Ειδ. ενεργειακή απόδοση (κατά προσέγγιση)	1662 kWh/kWp
Ενεργή ισχύς AC	100,60 kW	Απώλειες ισχύος (σε % της φωτοβολταϊκής ενέργειας)	---
Σχέση ενεργής ισχύος	101,6 %	Μη αντισταθμισμένο φορτίο	1,60 kVA

▼ Υποδείξεις (0 Προειδοποιήσεις, 0 Σφάλμα)

▼ ✔ PV PARK

Εικόνα 4.13: Επισκόπηση εγκατάστασης συνολικής ισχύος 99kW.

▼ Αποτελέσματα

Φ/Β εγκατάσταση	Σύνδεση στο δίκτυο		Απόδοση		Εξαγωγή
	Αριθμός μετατροπέων	Ονομαστική ισχύς AC	Συνολικός αριθμός φωτοβολταϊκών μονάδων	Μέγιστη ισχύς	
✔ PV PARK	10	100,60 kW	550	99,00 kWp	
✔ Part project 1	10	100,60 kW	550	99,00 kWp	
✔ 9 x SMC 11000TLRP	9	99,00 kW	540	97,20 kWp	
✔ 1 x SB 1600TL-10	1	1,60 kW	10	1,80 kWp	

▼ Υπολογισμός διαστάσεων αγωγού

	✔ DC	⚠ AC	⚠ Συνολικά
Απώλεια ισχύος σε ονομαστική λειτουργία	159,77 W	2,59 kW	2,75 kW
Σχετική απώλεια ισχύος σε ονομαστική λειτουργία	0,16 %	2,70 %	2,86 %
Συνολικό μήκος αγωγού	920,00 m	100,00 m	1020,00 m
Διατομές αγωγών	2,5 mm ²	2,5 mm ²	2,5 mm ²

Επόμενα βήματα

Μπορείτε να τυπώσετε την τεκμηρίωση της εργασίας ή να την αποθηκεύσετε ως αρχείο PDF

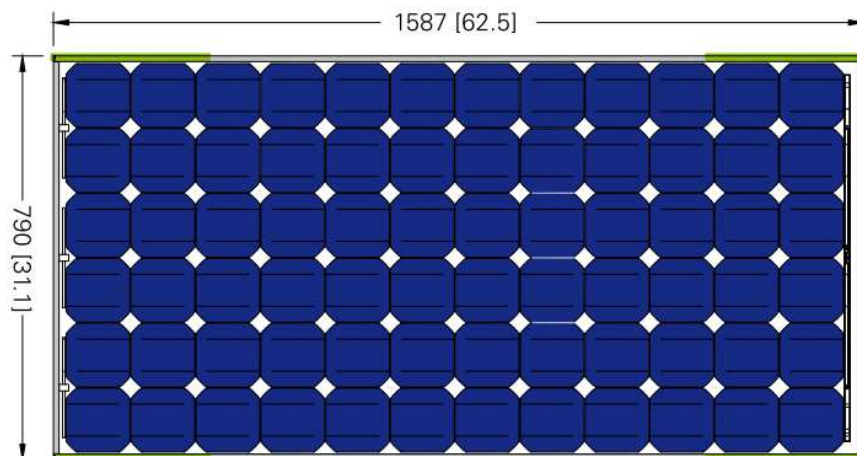
[Τεκμηρίωση εργασίας](#)

Εικόνα 4.14: Επισκόπηση εγκατάστασης, εξοπλισμού και χαρακτηριστικά καλωδίων.

4.3.Απαιτούμενα Υλικά

Με το λογισμικό SMA Sunny Design 3 έγινε υπολογισμός για τον Inverter που θα χρειαστεί η εγκατάσταση ώστε το συνεχές ρεύμα που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά να μετατρέπεται σε εναλλασσόμενο και να διοχετεύεται στο δίκτυο.

Ο τύπος των φωτοβολταϊκών που επιλέχτηκε είναι της εταιρίας BP Solar μονοκρυσταλικό υψηλής αποδόσης. Τα χαρακτηριστικά του φαίνονται παρακάτω:

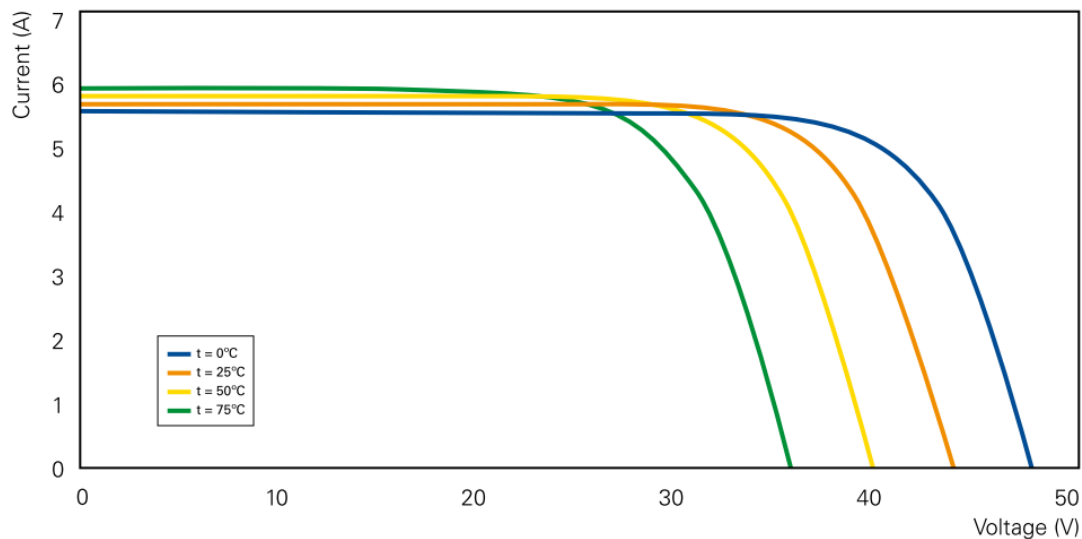


Εικόνα 4.15: Διαστάσεις ΦΒ πλαισίου σε χιλιοστά.

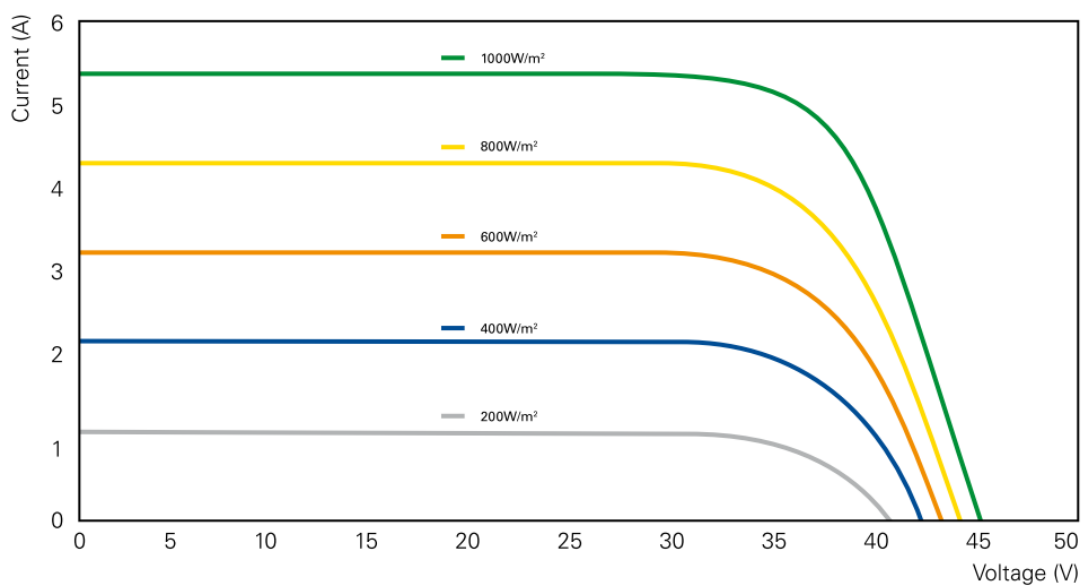
Προσαρμογή παραμέτρων στις συνθήκες λειτουργίας για την γεωγραφική θέση της εγκατάστασης. Οι θερμοκρασιακές παράμετροι σύμφωνα με τα φυλλάδια των κατασκευαστών για συνθήκες κανονικής λειτουργίας (NOCT, Normal OperatingCellTemperature), είναι:

	⁽¹⁾ STC 1000W/m ²	⁽²⁾ NOCT 800W/m ²
Maximum power (P _{max})	180W	129.6W
Voltage at P _{max} (V _{mpo})	35.8V	31.9V
Current at P _{max} (I _{mpo})	5.03A	4.02A
Short circuit current (I _{sc})	5.58A	4.52A
Open circuit voltage (V _{oc})	43.6V	39.7V
Module efficiency	14.4%	
Tolerance	-3/+5%	
Nominal voltage	24V	
Efficiency reduction at 200W/m ²	<5% reduction (efficiency 14.1%)	
Limiting reverse current	5.58A	
Temperature coefficient of I _{sc}	(0.065±0.015)%/°C	
Temperature coefficient of V _{oc}	-(0.36±0.05)%/°C	
Temperature coefficient of P _{max}	-(0.5±0.05)%/°C	
⁽³⁾ NOCT	47±2°C	
Maximum series fuse rating	20A	
Application class (according to IEC 61730:2007)	Class A	
Maximum system voltage (U.S. NEC rating)	600V (U.S. NEC) 1000V (IEC 61730:2007)	

Εικόνα 4.16: Χαρακτηριστικά ΦΒ πλαισίου σε συνθήκες STC και NOCT



Εικόνα 4.17: Χαρακτηριστικές καμπύλες εξάρτησης του ρεύματος και τάσης του πλαισίου από την θερμοκρασία



Εικόνα 4.18: Χαρακτηριστικές καμπύλες εξάρτησης τάσης και ρεύματος σε σχέση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Επιλέχθηκε η χρήση δύο είδη Inverter για βέλτιστη απόδοση του συστήματος:



Εικόνα 4.19: Inverter SMA 1100TL



Εικόνα 4.20: Inverter SMA μοντέλο 1600TL

Technical data	Sunny Boy 1300TL	Sunny Boy 1600TL	Sunny Boy 2100TL
Input (DC)			
Max. DC power (@ cos φ = 1)	1400 W	1700 W	2200 W
Max. input voltage	600 V	600 V	600 V
MPP voltage range	115 V ¹ - 480 V	155 V - 480 V	200 V - 480 V
Rated input voltage	400 V	400 V	400 V
Min. input voltage / initial input voltage	100 V ¹ / 120 V ¹	125 V / 150 V	125 V / 150 V
Max. input current / max. input current per string	12 A ¹ / 12 A ¹	12 A ¹ / 12 A ¹	12 A ¹ / 12 A ¹
Number of independent MPP inputs / strings per MPP input	1 / 1	1 / 1	1 / 2
Output (AC)			
Rated power (@ 230 V, 50 Hz)	1300 W	1600 W	1950 W
Max. apparent AC power	1300 VA	1600 VA	2100 VA
Nominal AC voltage / range	220 V, 230 V, 240 V / 180 V - 260 V		
AC power frequency / range	50 Hz, 60 Hz ¹ / -6 Hz ... +5 Hz	50 Hz, 60 Hz ¹ / -6 Hz ... +5 Hz	50 Hz, 60 Hz ¹ / -6 Hz ... +5 Hz
Rated power frequency / rated grid voltage	50 Hz / 230 V	50 Hz / 230 V	50 Hz / 230 V
Max. output current	7.2 A	8.9 A	11 A
Power factor at rated power	1	1	1
Feed-in phases / connection phases	1 / 1	1 / 1	1 / 1
Efficiency			
Max. efficiency / European weighted efficiency	96 % / 94.3 %	96 % / 95 %	96 % / 95.2 %
Protective devices			
DC disconnect device	○	○	○
Ground fault monitoring / grid monitoring	● / ●	● / ●	● / ●
DC reverse polarity protection / AC short-circuit current capability / galvanically isolated	● / ● / -	● / ● / -	● / ● / -
All-pole-sensitive residual-current monitoring unit	●	●	●
Protection class (according to IEC 62103) / overvoltage category (according to IEC 60664-1)	I / III	I / III	I / III
General data			
Dimensions (W / H / D)	440 / 339 / 214 mm (17.3 / 13.3 / 8.4 inch)		
Weight	16 kg (35.3 lb)	16 kg (35.3 lb)	16 kg (35.3 lb)
Operating temperature range	-25 °C ... +60 °C [-13 °F ... +140 °F]		
Noise emission (typical)	33 dB(A)	33 dB(A)	33 dB(A)
Self-consumption (night)	0.1 W	0.1 W	0.1 W
Topology	Transformerless	Transformerless	Transformerless
Cooling concept	Convection	Convection	Convection
Degree of protection (according to IEC 60529)	IP65	IP65	IP65
Climatic category (according to IEC 60721-3-4)	4K4H	4K4H	4K4H
Max. permissible value for relative humidity (non-condensing)	100 %	100 %	100 %
Features			
DC connection / AC connection	SUNCLIX / Connector	SUNCLIX / Connector	SUNCLIX / Connector
Display	Text line	Text line	Text line
Interface: RS485, Bluetooth®, Speedwire/Webconnect	○ / ○ / ○	○ / ○ / ○	○ / ○ / ○
Warranty: 5 / 10 / 15 / 20 / 25 years	● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○
Certificates and approvals (more available on request)	AS 4777, C10/11, CE, CEI 0-21, EN 50438 ² , G83/1-1, IEC 62109-1/2, NRS 097-2-1, PPC, PPS, RD 1699, RD 661/2007, UTE C15-712-1, VDE-AR-N 4105, VDE0126-1-1		

Εικόνα 4.21: Χαρακτηριστικά Inverter 1600TL

Technical Data	Sunny Mini Central 11000TL
Input (DC)	
Max. DC power (@ cos φ=1)	11400 W
Max. input voltage	700 V
MPP voltage range / rated input voltage	333 V - 500 V / 350 V
Min. input voltage / initial input voltage	333 V / 400 V
Max. input current	34 A
Max. input current per string	34 A
Number of independent MPP inputs / strings per MPP input	1 / 5
Output (AC)	
Rated output power (@230 V, 50 Hz)	11000 W
Max. apparent AC power	11000 VA
Nominal AC voltage / range	220 V, 230 V, 240 V / 180 V - 265 V
AC power frequency / range	50 Hz, 60 Hz / -6 Hz ... +5 Hz
Rated power frequency / rated power voltage	50 Hz / 230 V
Max. output current	48 A
Power factor at rated output power	1
Adjustable displacement factor	0.8 overexcited ... 0.8 underexcited
Feed-in phases / connection phases	1 / 1
Power balancing	●
Efficiency	
Max. efficiency / European efficiency	97.7% / 97.2%
Protection	
Reverse current protection / input-side disconnection device	Optional (fuses) / ●
Ground fault monitoring / grid monitoring	● / ●
DC reverse-polarity protection / AC short-circuit current capability / galvanically isolated	● / ● / -
All-pole sensitive residual current monitoring unit	●
Protection class (according to IEC 62103) / overvoltage category (according to IEC 60664-1)	I / III
General Data	
Dimensions (W / H / D)	468 / 613 / 242 mm (18.4 / 24.1 / 9.5 in)
Weight	35 kg / 77.16 lb
Operating temperature range	-25 °C ... +60 °C / -13 °F ... +140 °F
Noise emission (typical)	46 dB(A)
Self-consumption (night)	0.25 W
Topology	Transformerless
Cooling concept	OptiCool
Degree of protection (according to IEC 60529)	IP65
Degree of protection of connection area (according to IEC 60529)	IP65
Climatic category (according to IEC 60721-3-4)	4K4H
Maximum permissible value for relative humidity (non-condensing)	100 %
Features	
DC terminal	SUNCLIX
AC terminal	Screw terminal
Display	Text line
Interface: RS485 / Bluetooth	○ / ○
Warranty: 5 / 10 / 15 / 20 / 25 years	● / ○ / ○ / ○ / ○

Εικόνα 4.22: Χαρακτηριστικά Inverter 11000TL

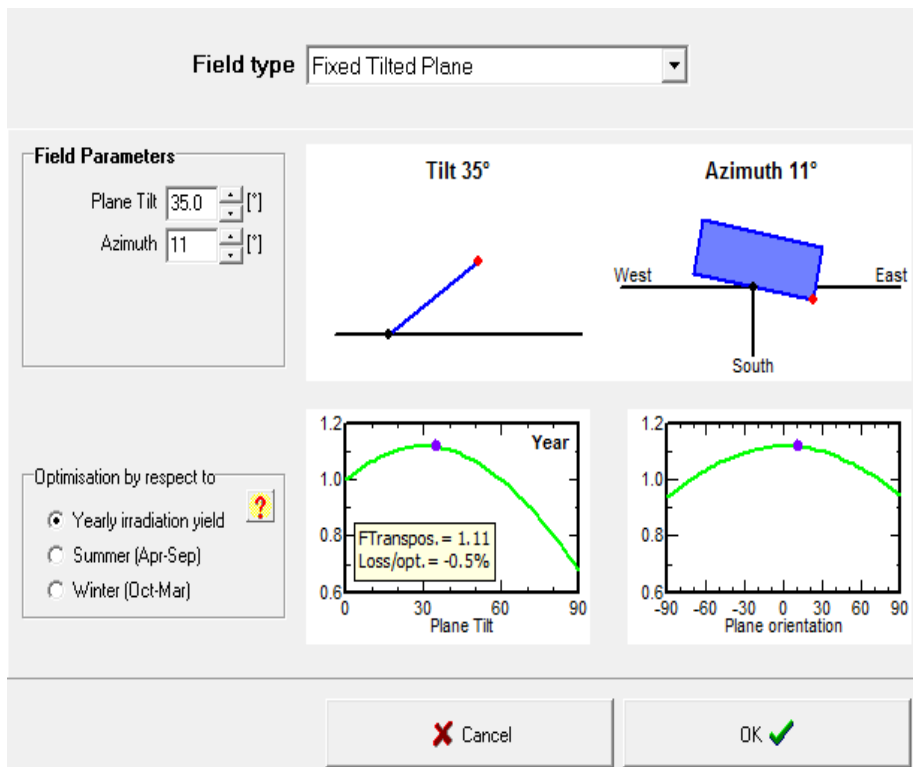
4.4.Εισαγωγή Δεδομένων Για Υπολογισμούς Ενεργειακής Απολαβής

Το βασικό πρόγραμμα για του υπολογισμού της ενεργειακή απολαβής της εγκατάστασης ήταν το PVsyst. Τα βήματα που ακολουθήθηκαν φαίνονται παρακάτω. Συμπληρώθηκαν οι φόρμες του προγράμματος με λεπτομέρεια ώστε το πρόγραμμα να κάνει τους βέλτιστους υπολογισμούς.

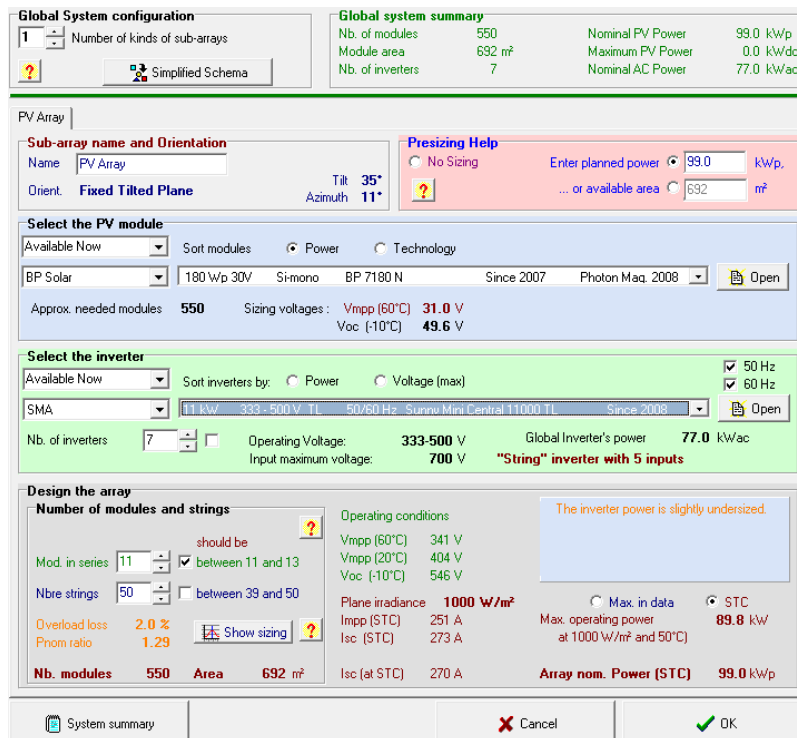
The screenshot displays the PVsyst software interface, divided into two main sections:

- Project's designation:** This section includes a text box for 'Project's name' containing 'PV ParkV1' and a 'Date' dropdown menu set to '10/ 5 /2014'. Below these are buttons for 'New project', 'Load project', and 'Delete project'. A 'Preferences' box contains 'Site and Meteo' and 'Albedo - settings' buttons.
- System Variant (calculation version):** This section features a 'Variant n*' dropdown menu with the value 'VCO : Net metering, economic evaluation'. It includes buttons for 'New variant' and 'Create from'. The 'Input parameters' are organized into 'Mandatory' and 'Optional' groups. The 'Mandatory' group includes 'Orientation', 'System', 'Detailed losses', and a 'Net metering' checkbox. The 'Optional' group includes 'Horizon', 'Near Shadings', 'Module layout', 'Economic eval.', and 'Miscellaneous tools'. A 'Simulation and results' section contains buttons for 'Simulation', 'Results', 'Save variant', and 'Delete variant'.

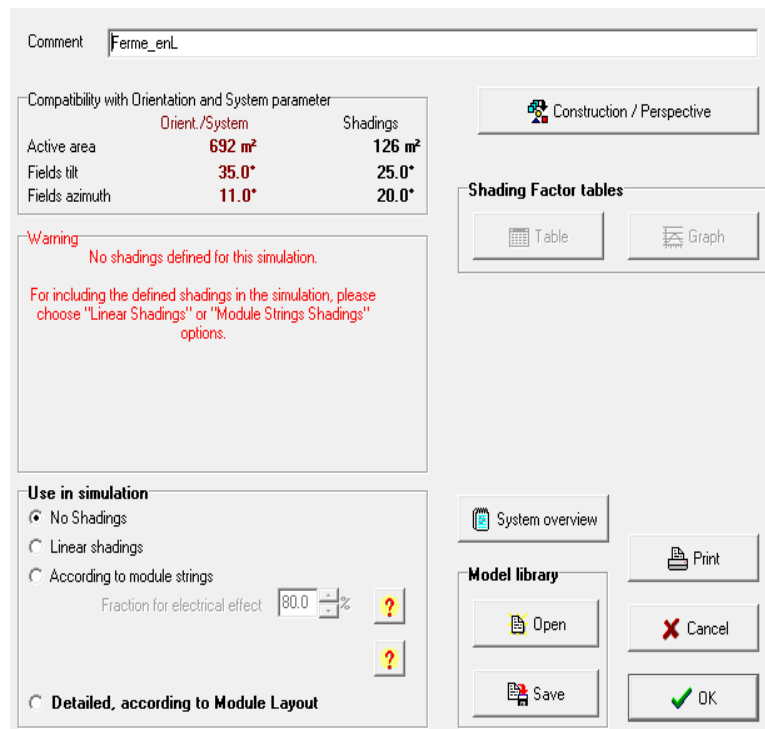
Εικόνα 4.23: Βασική φόρμα προγράμματος για την εισαγωγή των παραμέτρων.



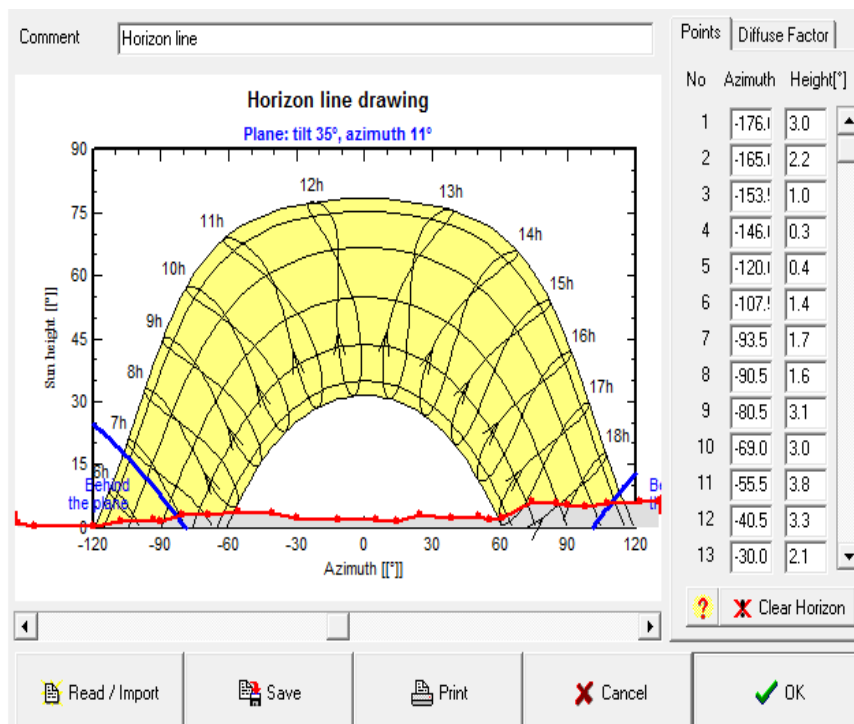
Εικόνα 4.24: Δόθηκε ο προσανατολισμός της εγκατάστασης και η κλίση των πλαισίων.



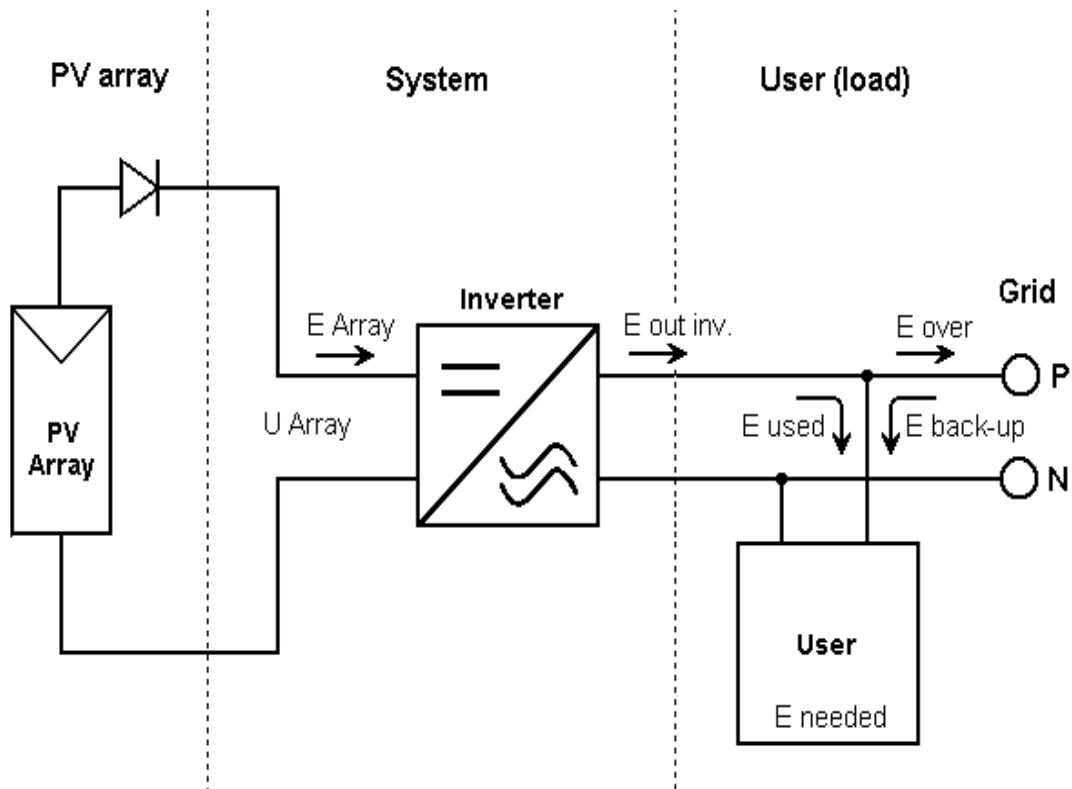
Εικόνα 4.25: Εισαγωγή δεδομένων σχετικά με τον εξοπλισμό του συστήματος, όπως αριθμό πλαισίων και inverter.



Εικόνα 4.26: Το πρόγραμμα έχει τη δυνατότητα να λάβει στους υπολογισμούς την σκίαση που προκαλούν τα γύρω εμπόδια. Στην περίπτωση μας δεν έχουμε.



Εικόνα 4.27: Καθορισμός του ορίζοντα μπροστά από το ΦΒ πλαίσια.



Εικόνα 4.28: Σχεδιάγραμμα εγκατάστασης όπως εκτιμάται από το πρόγραμμα PVsyst.

4.5.Αποτελέσματα Ενεργειακής Απολαβής

Σε επόμενα βήματα αφού έχουν συμπληρωθεί σωστά οι φόρμες του προγράμματος, υπάρχει δυνατότητα προσομοίωσης. Η προσομοίωση γίνεται στο στο μενού μοντελοποίησης όπου το πρόγραμμα κάνει προσομοίωση για όλο το έτος και δίνει τα παρακάτω αποτελέσματα.

Status
Simulation ended sucessfully

Attenuation factors for Diffuse			
	IAM	Shading	IAM*Shading
Diffuse	0.037	0.023	0.058
Albedo	0.062	0.119	0.173

Display
 Hourly Values
 Daily Values
 Monthly Values

Display daily values Simulation 31/12/90

Meteo: Global, Diffuse, Tamb 1.97, 0.94kWh/m².day, 24.0°C, 6.9 m/s

On coll: Global, Diffuse, Glob. eff. 2.98, 1.12, 0.04, 2.87 kWh/m².day

System : EMax, ENet, EUse 247, 247, 239.81kWh/day

Load : ELoad, EUsed, EOver Unlimited, 0.0, 0.0 kWh/day

Step by step

Continue

OK

Εικόνα 4.29: Μενού μοντελοποίησης όπου η προσομοίωση εκτελέστηκε με επιτυχία αφού οι παράμετροι του προγράμματος ήταν όπως αποδεκτοί.

Simulation parameters

Variant: **Net metering, economic evaluation**

Project	PV ParkV1	PV module	BP 7180 N	Inverter	Sunny Mini Central 1
Site	Ag.Barbara	Unit power	180 Wp	Unit power	11.0 kW
Horizon	Average Height = 3.2°	Nb. modules	550	Nb. inverters	7
System	Grid-Connected	Array Power	99.0 kWp	Pnom AC	77.0 kWac

Preliminary definitions
Optional further definitions. For refined data analysis only.

Hourly data storage

Special graphs

Output File

Batch simulation

Simulation dates
These dates correspond to the dates of your meteo file. They cannot be overcome.

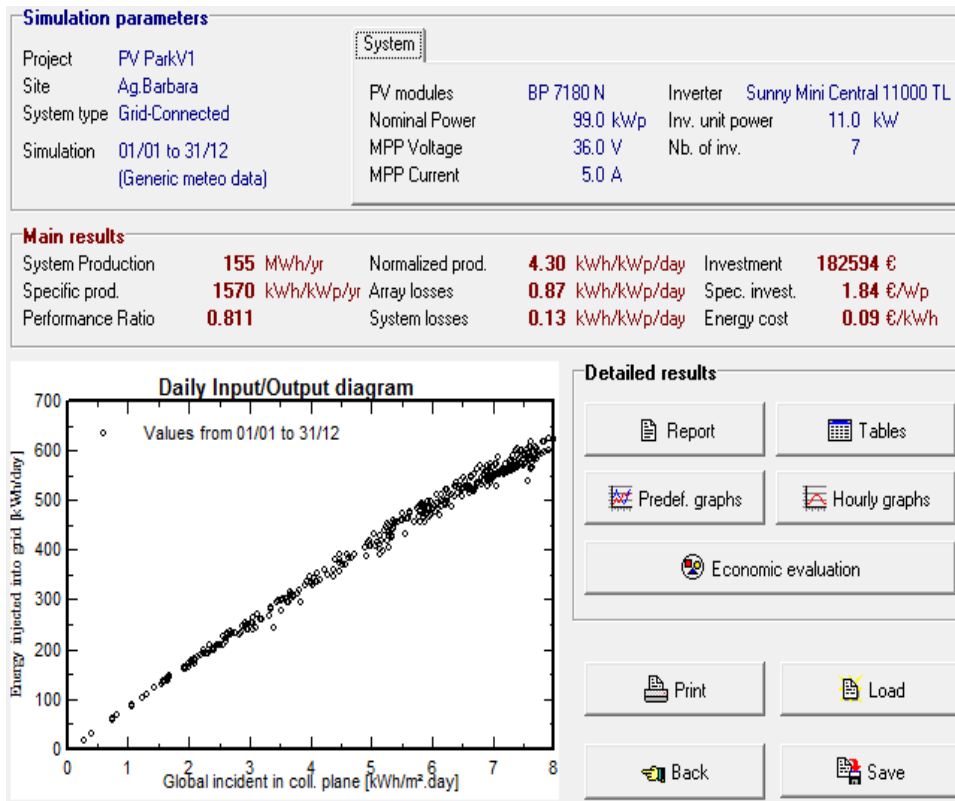
from: 1/1/1990 Meteo beginning

up to: 31/12/1990 Meteo end

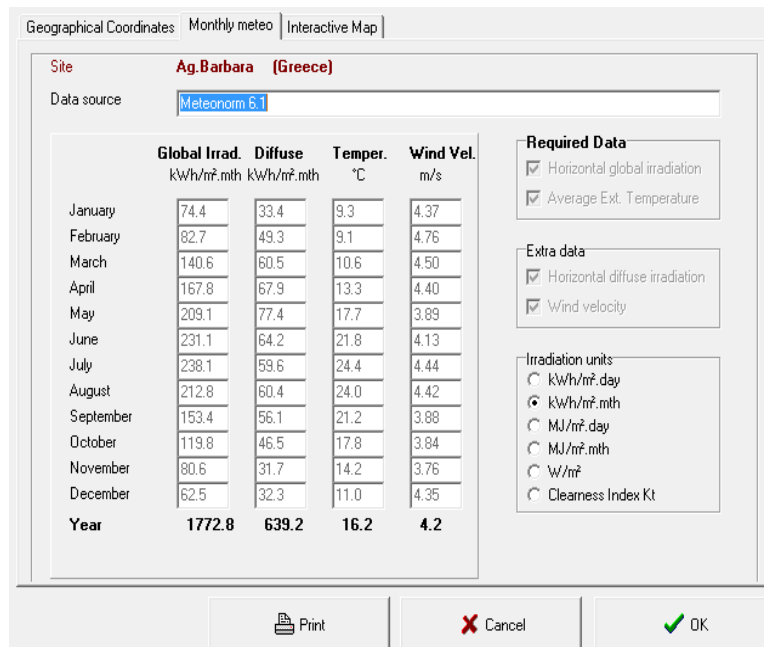
NB: 1990 indicates a generic year, i.e. which doesn't correspond to really measured data for a given time

Back to params. Simulation Results

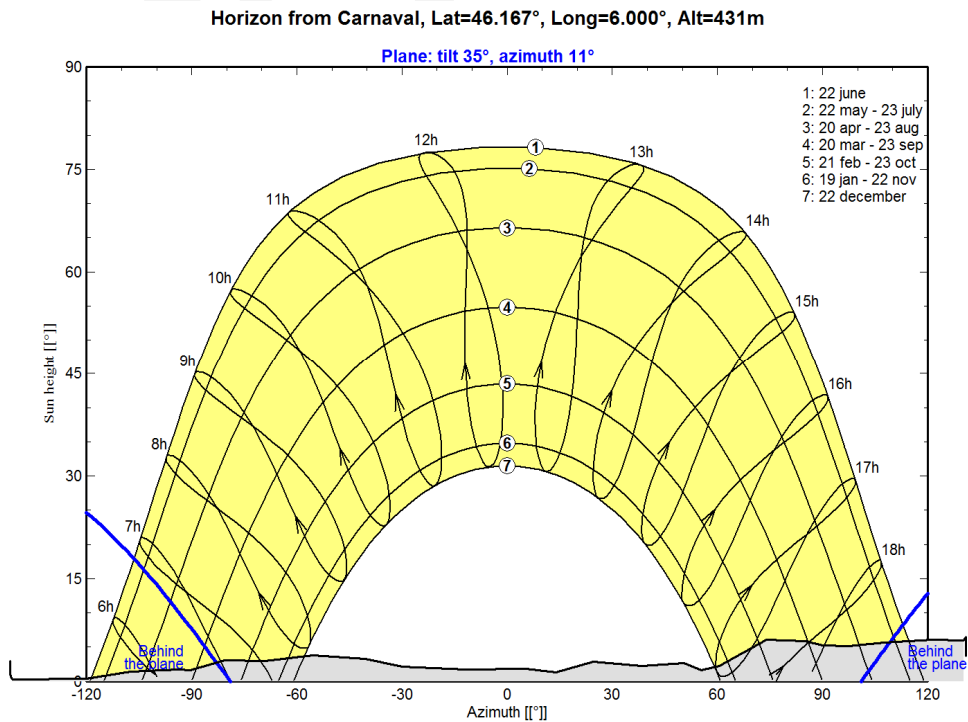
Εικόνα 4.30: Το μενού μοντελοποίησης έχει υπο-μενού για την εισαγωγή εξωτερικών μετρήσεων όταν υπάρχουν και να γίνονται υπολογισμοί πιο εστιασμένοι στην περιοχή που μελετάται.



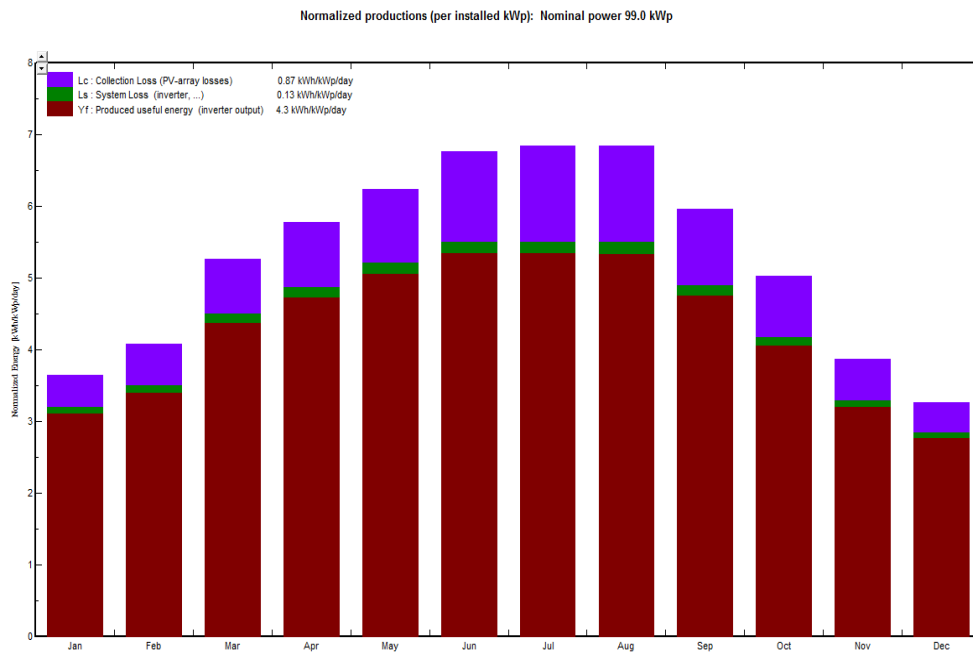
Εικόνα 4.31: Φόρμα προγράμματος PVsyst όπου φαίνεται η παραμετροποίηση της προσομοίωσης.



Εικόνα 4.12: Στην παραπάνω φόρμα φαίνονται οι υπολογισμοί πυκνότητας ηλιακής ακτινοβολίας και θερμοκρασίας για όλο το έτος ανά μήνα. Το πρόγραμμα έχει τη δυνατότητα να υπολογίσει την διάχυτη και την ολική ακτινοβολία ανά επιφάνεια.

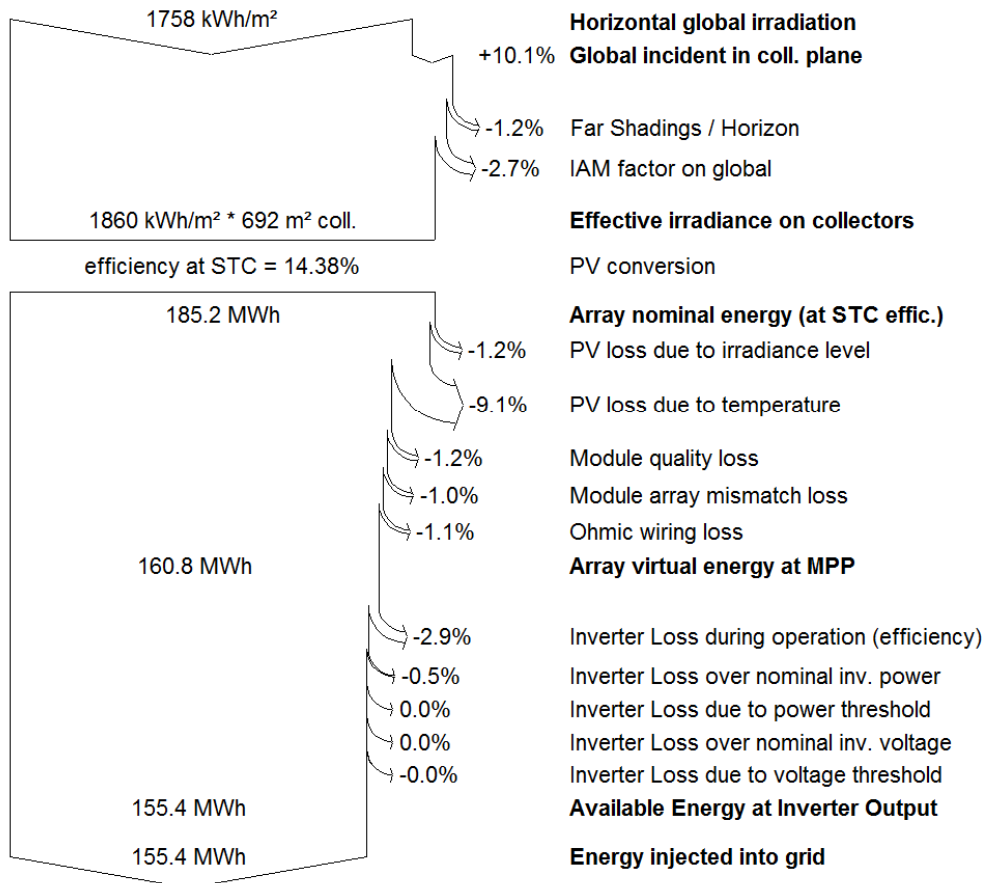


Εικόνα 4.33: Το PVsyst με το παραπάνω διάγραμμα περιγράφει τους υπολογισμούς της θέσης του ήλιου σε όλη τη διάρκεια του έτους. Μπορούν να παρατηρηθούν εμπόδια στον ορίζοντα που θα μειώναν την ενεργειακή απολαβή.



Εικόνα 4.34: Η παραγόμενη ενέργεια στη διάρκεια του έτους και οι απώλειες λόγω μετατροπών από συνεχές σε εναλλασσόμενο ρεύμα.

Loss diagram over the whole year



Εικόνα 4.35: Διάγραμμα ροής για την περιγραφή τις απώλειες ενέργειας που εμφανίζονται από τη στιγμή που η ηλιακή ακτινοβολία πέφτει στα ΦΒ πλαίσια έως την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια.

5. Οικονομική Ανάλυση

5.1.Ανάλυση Κόστους Εγκατάστασης

Τα κόστη της ΦΒ εγκατάστασης υπολογίστηκαν αναλυτικά με τη βοήθεια του PVsyst και περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω. Ακόμα υπολογίστηκε να χρηματοδοτηθεί το έργο εξολοκλήρου από τράπεζα με δανεισμό. Έτσι προέκυψε ότι για είκοσι χρόνια θα πρέπει η τράπεζα να λαμβάνει 14.037 ευρώ το χρόνο. Επιπλέον εκτιμήθηκε ότι η εγκατάσταση θα έχει έξοδα περίπου 200 ευρώ το χρόνο για λόγους συντήρησης για βέλτιστη λειτουργία.

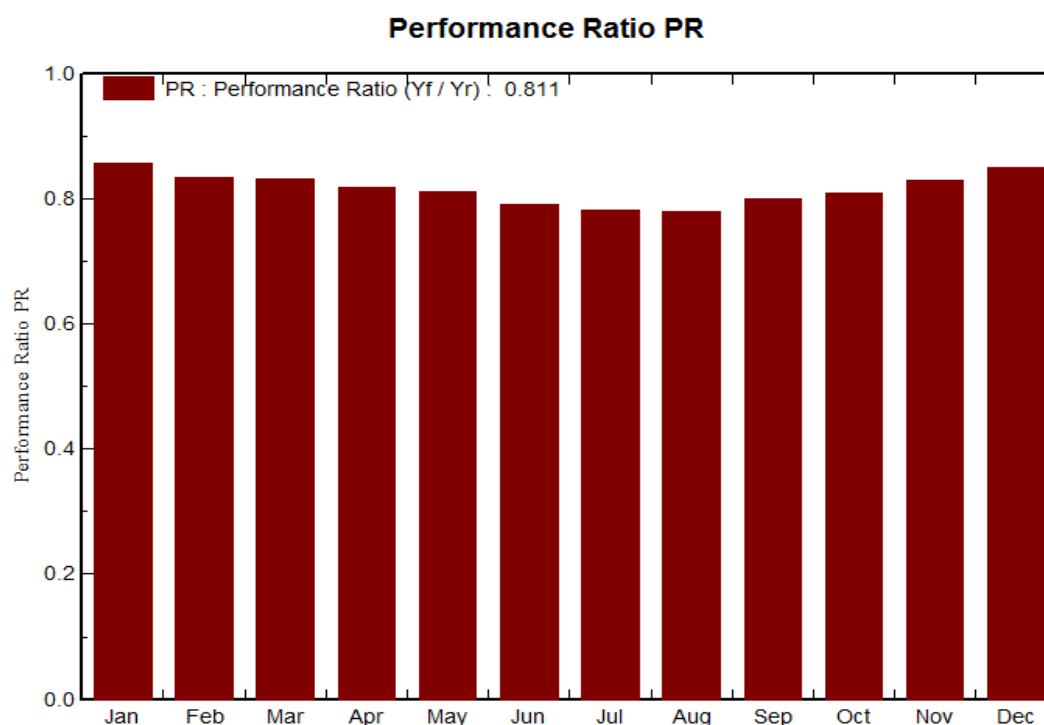
Κατηγορία	Αποτέλεσμα (Ευρώ)
Κόστος Φωτοβολταϊκών	83.600
Κόστος στήριξης	31.350
Αντιστροφέας (Inverter)	15.561
Καλώδια, Συνδέσεις	22.230
Μεταφορικά Εξοπλισμού	500
Επίβλεψη Εγκατάστασης	1.500
Σύνολο (χωρίς φόρους)	154.741
Σύνολο (με 18% φόρους)	182.594

Net metering, economic evaluation
Balances and main results

	GlobHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	EffArrR	EffSysR
	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	MWh	MWh	%	%
January	75.1	11.88	112.9	109.1	9.84	9.57	12.60	12.25
February	84.0	11.60	114.2	110.0	9.72	9.44	12.30	11.93
March	136.2	13.03	163.0	156.8	13.84	13.44	12.27	11.92
April	165.6	15.67	173.1	166.3	14.47	14.05	12.08	11.73
May	205.3	19.72	193.3	185.1	16.00	15.54	11.96	11.62
June	229.0	23.69	202.7	194.2	16.37	15.89	11.67	11.33
July	233.6	26.45	212.0	203.3	16.91	16.42	11.52	11.19
August	210.6	26.19	212.1	204.3	16.89	16.40	11.51	11.17
September	156.2	23.42	178.5	171.8	14.56	14.15	11.79	11.45
October	119.0	20.23	155.8	150.4	12.84	12.47	11.91	11.57
November	78.5	16.78	115.8	111.5	9.78	9.51	12.20	11.86
December	64.7	13.65	101.1	97.3	8.76	8.52	12.52	12.18
Year	1757.9	18.57	1934.6	1860.0	160.00	155.40	11.95	11.61

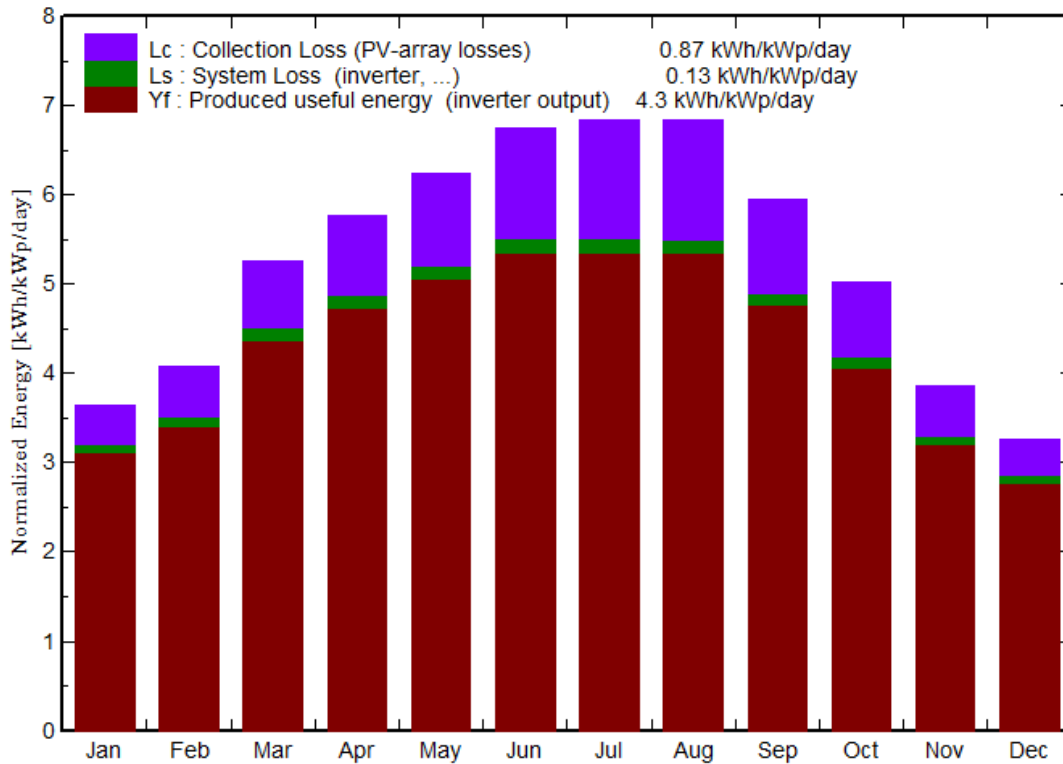
Legends: GlobHor Horizontal global irradiation EArray Effective energy at the output of the array
 T Amb Ambient Temperature E_Grid Energy injected into grid
 GlobInc Global incident in coll. plane EffArrR Effic. Eout array / rough area
 GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings EffSysR Effic.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

Εικόνα 5.1: Αναλυτικά οι τιμές πυκνότητας ακτινοβολίας, θερμοκρασίας και παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, όπως προκύπτει από το λογισμικό PVsyst.



Εικόνα 5.2: Το PVsyst κάνει υπολογισμό του λόγου επίδοσης όπου περιγράφεται η απόκλιση της αποδιδόμενης ενέργειας σε σχέση με την ιδανική δυνατότητα. Έτσι μπορεί να παρατηρηθεί μία πτώση τους θερινούς μήνες λόγω της υψηλής θερμοκρασίας.

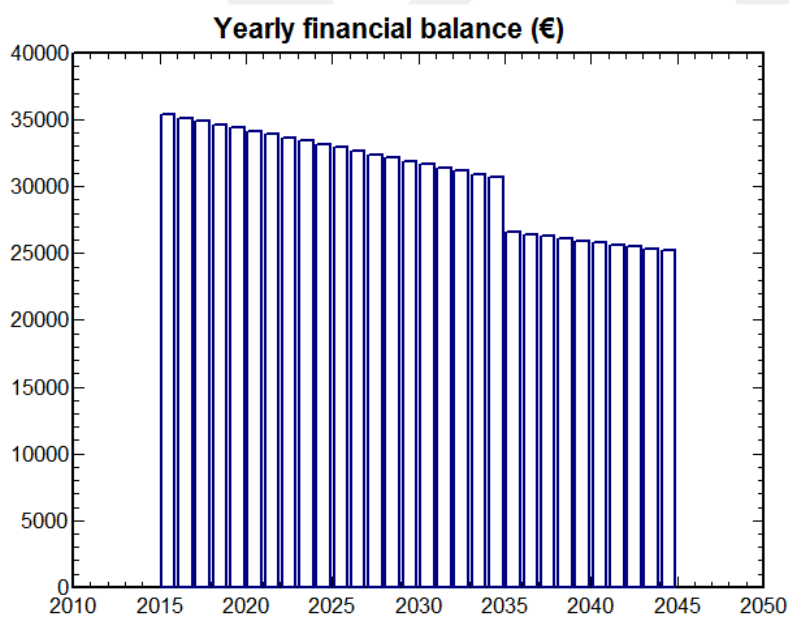
Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 99.0 kWp



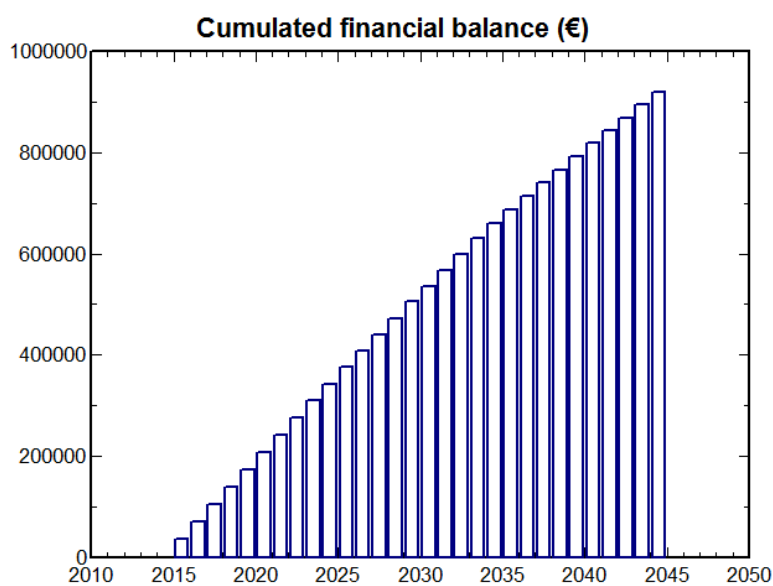
Εικόνα 5.3: Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνεται η αποδιδόμενη ηλεκτρική ενέργεια με τις απώλειες ανά ημέρα για κάθε μήνα αναλυτικά. Μπορεί να παρατηρηθεί ταυτόχρονη αύξηση της παραγόμενης ενέργειας και των απωλειών κατά τους θερινούς μήνες.

5.2. Απόδοση Επένδυσης

Για την βιωσιμότητα του έργου εκτιμήθηκε η χρηματική απολαβή σε ετήσια βάση. Τα παρακάτω διαγράμματα περιγράφουν τα καθαρά και τα αθροιστικά έσοδα από την εγκατάσταση.



Εικόνα 5.4: Οι υπολογισμοί των καθαρών εσόδων για τα επόμενα 30 χρόνια αλλά με ιδιαίτερο ενδιαφέρον τα πρώτα 20 χρόνια όπου θα γίνει αποπλήρωση του δανείου.



Εικόνα 5.5: Το παραπάνω διάγραμμα περιγράφει τα αθροιστικά καθαρά έσοδα όπου εκτιμάται ότι στα πρώτα 20 χρόνια θα έχουν φτάσει 660.599 ευρώ.

Long term economic balance

Year	Loan 4.5 %	Running costs	Sold energy	Yearly Balance	Cumul. Balance
2015	14037	200	49629	35392	35392
2016	14037	200	49381	35143	70535
2017	14037	200	49132	34895	105430
2018	14037	200	48883	34646	140076
2019	14037	200	48635	34397	174474
2020	14037	200	48386	34149	208623
2021	14037	200	48137	33900	242523
2022	14037	200	47889	33652	276174
2023	14037	200	47640	33403	309577
2024	14037	200	47391	33154	342732
2025	14037	200	47143	32906	375637
2026	14037	200	46894	32657	408294
2027	14037	200	46645	32408	440702
2028	14037	200	46397	32160	472862
2029	14037	200	46148	31911	504773
2030	14037	200	45900	31662	536436
2031	14037	200	45651	31414	567849
2032	14037	200	45402	31165	599014
2033	14037	200	45154	30916	629931
2034	14037	200	44905	30668	660599
2035	0	200	26754	26554	687152
2036	0	200	26605	26405	713557
2037	0	200	26455	26255	739812
2038	0	200	26306	26106	765919
2039	0	200	26157	25957	791876
2040	0	200	26008	25808	817683
2041	0	200	25859	25659	843342
2042	0	200	25709	25509	868852
2043	0	200	25560	25360	894212
2044	0	200	25411	25211	919423

Εικόνα 5.6: Ανάλυση των ετήσιων εσόδων και εξόδων.

6. Συμπεράσματα

Η παρούσα μελέτη του φωτοβολταϊκού πάρκου βρίσκεται κοντά στις Μοίρες της Κρήτης. Η περιοχή χαρακτηρίζεται κατάλληλη για φωτοβολταϊκή εγκατάσταση καθώς παρουσιάζει υψηλή ετήσια πυκνότητα ηλιακής ακτινοβολίας.

Τα κέρδη μια τέτοιας επένδυσης είναι σημαντικά και μπορούν να αποσβεστούν σε περίπου 5 χρόνια. Έτσι ακόμα και σε περιπτώσεις όπου δεν υπάρχει το απαιτούμενο κεφάλαιο, υπάρχει δυνατότητα με δανεισμό να προσφέρει σημαντικά κέρδη.

Παράλληλα η επένδυση θα έλεγε κανείς ότι είναι φιλική προς το περιβάλλον αφού κατά την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας δεν εκπέμπονται ρύποι προς το περιβάλλον.

Τέλος οι ανάγκες για ηλεκτρική ενέργεια αυξάνονται συνεχώς, με αποτέλεσμα να χρειάζεται η κοινωνία μας σε τέτοιες λύσεις. Σημαντικό είναι ότι η Ελλάδα έχει υψηλά ποσοστά ετήσιας ηλιακής ακτινοβολίας και οφείλουμε να τον εκμεταλλευτούμε. Αφού χαρακτηρίζονται επικερδής και παράλληλα έχουν τις λιγότερες επιπτώσεις προς το περιβάλλον μας.

7. Βιβλιογραφία

- [1] Φωτοβολταϊκά Συστήματα – Ι.Ε. Φραγκιαδάκης, 2009
- [2] <http://www.wikipedia.org/>- Ελεύθερη Εγκυκλοπαίδεια
- [3] Planning & Installing Photovoltaic Systems, Earthscan 2007
- [4] <http://www.google.gr/>- Μηχανή αναζήτησης GOOGLE
- [5] <http://gis.ktimanet.gr/wms/ktbasemap/default.aspx> Κτηματολόγιο

8. Παράρτημα Α (Αποτελέσματα προγράμματος PVsyst)

PVSYST V6.23		18/05/14	Page 1/6
Grid-Connected System: Simulation parameters			
Project :	PV ParkV1		
Geographical Site	Ag.Barbara	Country	Greece
Situation	Latitude	35.1°N	Longitude 25.0°E
Time defined as	Legal Time	Time zone UT+2	Altitude 554 m
	Albedo	0.20	
Meteo data:	Ag.Barbara	Synthetic - Meteonorm 6.1	
Simulation variant :	Net metering, economic evaluation		
	Simulation date	18/05/14 19h02	
Simulation parameters			
Collector Plane Orientation	Tilt	35°	Azimuth 11°
Models used	Transposition	Perez	Diffuse Erbs, Meteonorm
Horizon	Average Height	3.2°	
Near Shadings	No Shadings		
PV Array Characteristics			
PV module	Si-mono	Model	BP 7180 N
		Manufacturer	BP Solar
Number of PV modules		In series	11 modules
Total number of PV modules		Nb. modules	550
Array global power		Nominal (STC)	99.0 kWp
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	357 V
Total area		Module area	692 m²
		In parallel	50 strings
		Unit Nom. Power	180 Wp
		At operating cond.	89.8 kWp (50°C)
		I mpp	251 A
Inverter			
		Model	Sunny Mini Central 11000 TL
		Manufacturer	SMA
Characteristics		Operating Voltage	333-500 V
Inverter pack		Nb. of inverters	7 units
		Unit Nom. Power	11.0 kW AC
		Total Power	77.0 kW AC
PV Array loss factors			
Thermal Loss factor	Uc (const)	20.0 W/m ² K	Uv (wind) 0.0 W/m ² K / m/s
Wiring Ohmic Loss	Global array res.	24 mOhm	Loss Fraction 1.5 % at STC
Module Quality Loss			Loss Fraction 1.3 %
Module Mismatch Losses			Loss Fraction 1.0 % at MPP
Incidence effect, ASHRAE parametrization	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	bo Param. 0.05
User's needs :	Unlimited load (grid)		

Grid-Connected System: Horizon definition

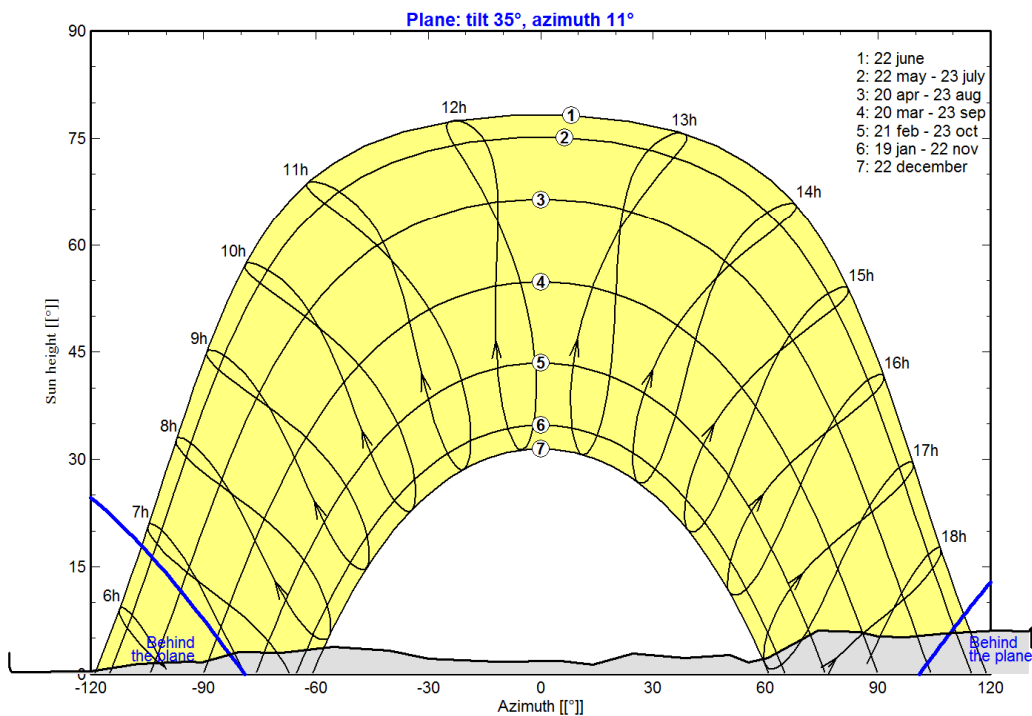
Project : PV ParkV1
Simulation variant : Net metering, economic evaluation

Main system parameters	System type	Grid-Connected	
Horizon	Average Height	3.2°	
Near Shadings	No Shadings		
PV Field Orientation	tilt	35°	azimuth 11°
PV modules	Model	BP 7180 N	Pnom 180 Wp
PV Array	Nb. of modules	550	Pnom total 99.0 kWp
Inverter	Model	Sunny Mini Central 11000 TL	11.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	7.0	Pnom total 77.0 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)		

Horizon	Average Height	3.2°	Diffuse Factor	0.98
	Albedo Factor	100 %	Albedo Fraction	0.88

Height [°]	3.0	2.2	1.0	0.3	0.4	1.4	1.7	1.6	3.1	3.0	3.8	3.3
Azimuth [°]	-176	-165	-154	-146	-120	-108	-94	-91	-81	-69	-56	-41
Height [°]	2.1	1.8	1.8	1.4	2.9	2.2	2.7	1.7	2.3	6.0	5.8	5.2
Azimuth [°]	-30	-12	6	14	24	39	50	55	61	74	85	90
Height [°]	5.1	5.7	6.0	6.0	6.5	6.0	5.7	4.6	3.7	3.7		
Azimuth [°]	98	108	121	133	142	150	160	171	179	180		

Horizon from Carnival, Lat=46.167°, Long=6.000°, Alt=431m



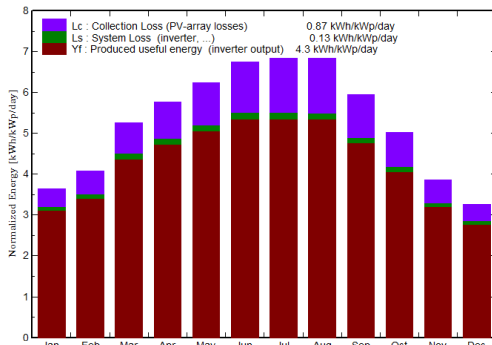
Grid-Connected System: Main results

Project : PV ParkV1
Simulation variant : Net metering, economic evaluation

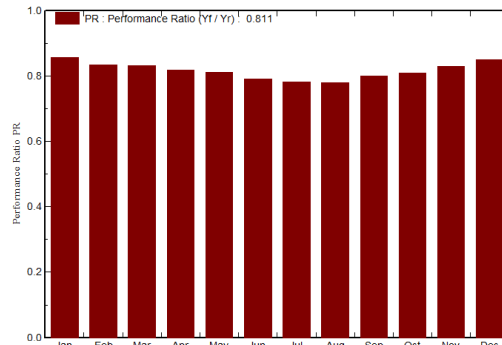
Main system parameters	System type	Grid-Connected	
Horizon	Average Height	3.2°	
Near Shadings	No Shadings		
PV Field Orientation	tilt	35°	azimuth 11°
PV modules	Model	BP 7180 N	Pnom 180 Wp
PV Array	Nb. of modules	550	Pnom total 99.0 kWp
Inverter	Model	Sunny Mini Central 11000 TL	11.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	7.0	Pnom total 77.0 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)		

Main simulation results			
System Production	Produced Energy	155.4 MWh/year	Specific prod. 1570 kWh/kWp/year
	Performance Ratio PR	81.1 %	
Investment	Global incl. taxes	182594 €	Specific 1.84 €/Wp
Yearly cost	Annuities (Loan 4.5%, 20 years)	14037 €/yr	Running Costs 200 €/yr
Energy cost		0.09 €/kWh	

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 99.0 kWp



Performance Ratio PR



Net metering, economic evaluation
Balances and main results

	GlobHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	EffArrR	EffSysR
	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	MWh	MWh	%	%
January	75.1	11.88	112.9	109.1	9.84	9.57	12.60	12.25
February	84.0	11.60	114.2	110.0	9.72	9.44	12.30	11.93
March	136.2	13.03	163.0	156.8	13.84	13.44	12.27	11.92
April	165.6	15.67	173.1	166.3	14.47	14.05	12.08	11.73
May	205.3	19.72	193.3	185.1	16.00	15.54	11.96	11.62
June	229.0	23.69	202.7	194.2	16.37	15.89	11.67	11.33
July	233.6	26.45	212.0	203.3	16.91	16.42	11.52	11.19
August	210.6	26.19	212.1	204.3	16.89	16.40	11.51	11.17
September	156.2	23.42	178.5	171.8	14.56	14.15	11.79	11.45
October	119.0	20.23	155.8	150.4	12.84	12.47	11.91	11.57
November	78.5	16.78	115.8	111.5	9.78	9.51	12.20	11.86
December	64.7	13.65	101.1	97.3	8.76	8.52	12.52	12.18
Year	1757.9	18.57	1934.6	1860.0	160.00	155.40	11.95	11.61

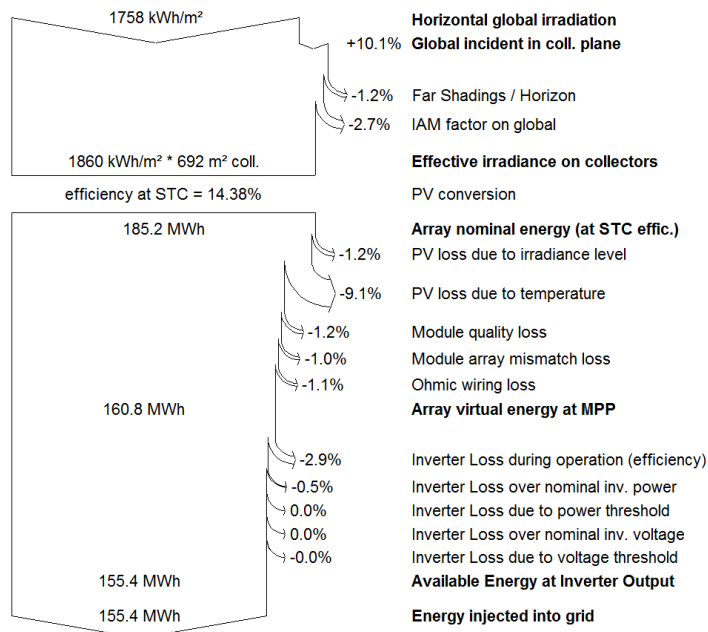
Legends: GlobHor Horizontal global irradiation
 T Amb Ambient Temperature
 GlobInc Global incident in coll. plane
 GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
 EArray Effective energy at the output of the array
 E_Grid Energy injected into grid
 EffArrR Effic. Eout array / rough area
 EffSysR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

Grid-Connected System: Loss diagram

Project : PV ParkV1
Simulation variant : Net metering, economic evaluation

Main system parameters	System type	Grid-Connected		
Horizon	Average Height	3.2°		
Near Shadings	No Shadings			
PV Field Orientation	tilt	35°	azimuth	11°
PV modules	Model	BP 7180 N	Pnom	180 Wp
PV Array	Nb. of modules	550	Pnom total	99.0 kWp
Inverter	Model	Sunny Mini Central 11000 TL		11.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	7.0	Pnom total	77.0 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)			

Loss diagram over the whole year



PVSYST V6.23		18/05/14	Page 5/6
Grid-Connected System: Economic evaluation			
Project :	PV ParkV1		
Simulation variant :	Net metering, economic evaluation		
Main system parameters	System type	Grid-Connected	
Horizon	Average Height	3.2°	
Near Shadings	No Shadings		
PV Field Orientation	tilt	35°	azimuth 11°
PV modules	Model	BP 7180 N	Pnom 180 Wp
PV Array	Nb. of modules	550	Pnom total 99.0 kWp
Inverter	Model	Sunny Mini Central 11000 TL	11.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	7.0	Pnom total 77.0 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)		
Investment			
PV modules (Pnom = 180 Wp)	550 units	152 € / unit	83600 €
Supports / Integration		57 € / module	31350 €
Inverters (Pnom = 11.0 kW ac)	7 units	2223 € / unit	15561 €
Settings, wiring, ...			22230 €
Transport et montage			500 €
Ingénierie			1500 €
Substitution underworth			0 €
Gross investment (without taxes)			154741 €
Financing			
Gross investment (without taxes)			154741 €
Taxes on investment (VAT)	Rate 18.0 %		27853 €
Gross investment (including VAT)			182594 €
Subsidies			0 €
Net investment (all taxes included)			182594 €
Annuities	(Loan 4.5 % over 20 years)		14037 €/year
Annual running costs: maintenance, insurances ...			200 €/year
Total yearly cost			14237 €/year
Energy cost			
Produced Energy			155 MWh / year
Cost of produced energy			0.09 € / kWh

PVSYST V6.23		18/05/14	Page 6/6																																																																																																																																																																																										
Grid-Connected System: Long Term Financial Balance																																																																																																																																																																																													
Project :	PV ParkV1																																																																																																																																																																																												
Simulation variant :	Net metering, economic evaluation																																																																																																																																																																																												
Main system parameters	System type	Grid-Connected																																																																																																																																																																																											
Horizon	Average Height	3.2°																																																																																																																																																																																											
Near Shadings	No Shadings																																																																																																																																																																																												
PV Field Orientation	tilt	35°	azimuth 11°																																																																																																																																																																																										
PV modules	Model	BP 7180 N	Pnom 180 Wp																																																																																																																																																																																										
PV Array	Nb. of modules	550	Pnom total 99.0 kWp																																																																																																																																																																																										
Inverter	Model	Sunny Mini Central 11000 TL	11.00 kW ac																																																																																																																																																																																										
Inverter pack	Nb. of units	7.0	Pnom total 77.0 kW ac																																																																																																																																																																																										
User's needs	Unlimited load (grid)																																																																																																																																																																																												
Electricity sale	Feed-in Tariff	0.32 €/kWh	Warranty over 20 years																																																																																																																																																																																										
	Annual connexion tax	100 €																																																																																																																																																																																											
Long term balance and Running conditions	Annual sale tariff depreciation	0.0 % / year																																																																																																																																																																																											
	Annual production reduction	-0.5 % / year																																																																																																																																																																																											
	Feed-in tariff Warranty over	20 years																																																																																																																																																																																											
	Tariff reduction after contractual warranty	-40 %																																																																																																																																																																																											
	Loan duration (payment of annuities)	20 years																																																																																																																																																																																											
Yearly financial balance (€)		Long term economic balance																																																																																																																																																																																											
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Year</th> <th>Loan 4.5 %</th> <th>Running costs</th> <th>Sold energy</th> <th>Yearly Balance</th> <th>Cumul. Balance</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2015</td><td>14037</td><td>200</td><td>49629</td><td>35392</td><td>35392</td></tr> <tr><td>2016</td><td>14037</td><td>200</td><td>49381</td><td>35143</td><td>70535</td></tr> <tr><td>2017</td><td>14037</td><td>200</td><td>49132</td><td>34895</td><td>105430</td></tr> <tr><td>2018</td><td>14037</td><td>200</td><td>48883</td><td>34646</td><td>140076</td></tr> <tr><td>2019</td><td>14037</td><td>200</td><td>48635</td><td>34397</td><td>174474</td></tr> <tr><td>2020</td><td>14037</td><td>200</td><td>48386</td><td>34149</td><td>208623</td></tr> <tr><td>2021</td><td>14037</td><td>200</td><td>48137</td><td>33900</td><td>242523</td></tr> <tr><td>2022</td><td>14037</td><td>200</td><td>47889</td><td>33652</td><td>276174</td></tr> <tr><td>2023</td><td>14037</td><td>200</td><td>47640</td><td>33403</td><td>309577</td></tr> <tr><td>2024</td><td>14037</td><td>200</td><td>47391</td><td>33154</td><td>342732</td></tr> <tr><td>2025</td><td>14037</td><td>200</td><td>47143</td><td>32906</td><td>375637</td></tr> <tr><td>2026</td><td>14037</td><td>200</td><td>46894</td><td>32657</td><td>408294</td></tr> <tr><td>2027</td><td>14037</td><td>200</td><td>46645</td><td>32408</td><td>440702</td></tr> <tr><td>2028</td><td>14037</td><td>200</td><td>46397</td><td>32160</td><td>472862</td></tr> <tr><td>2029</td><td>14037</td><td>200</td><td>46148</td><td>31911</td><td>504773</td></tr> <tr><td>2030</td><td>14037</td><td>200</td><td>45900</td><td>31662</td><td>536436</td></tr> <tr><td>2031</td><td>14037</td><td>200</td><td>45651</td><td>31414</td><td>567849</td></tr> <tr><td>2032</td><td>14037</td><td>200</td><td>45402</td><td>31165</td><td>599014</td></tr> <tr><td>2033</td><td>14037</td><td>200</td><td>45154</td><td>30916</td><td>629931</td></tr> <tr><td>2034</td><td>14037</td><td>200</td><td>44905</td><td>30668</td><td>660599</td></tr> <tr><td>2035</td><td>0</td><td>200</td><td>26754</td><td>26554</td><td>687152</td></tr> <tr><td>2036</td><td>0</td><td>200</td><td>26605</td><td>26405</td><td>713557</td></tr> <tr><td>2037</td><td>0</td><td>200</td><td>26455</td><td>26255</td><td>739812</td></tr> <tr><td>2038</td><td>0</td><td>200</td><td>26306</td><td>26106</td><td>765919</td></tr> <tr><td>2039</td><td>0</td><td>200</td><td>26157</td><td>25957</td><td>791876</td></tr> <tr><td>2040</td><td>0</td><td>200</td><td>26008</td><td>25808</td><td>817683</td></tr> <tr><td>2041</td><td>0</td><td>200</td><td>25859</td><td>25659</td><td>843342</td></tr> <tr><td>2042</td><td>0</td><td>200</td><td>25709</td><td>25509</td><td>868852</td></tr> <tr><td>2043</td><td>0</td><td>200</td><td>25560</td><td>25360</td><td>894212</td></tr> <tr><td>2044</td><td>0</td><td>200</td><td>25411</td><td>25211</td><td>919423</td></tr> </tbody> </table>		Year	Loan 4.5 %	Running costs	Sold energy	Yearly Balance	Cumul. Balance	2015	14037	200	49629	35392	35392	2016	14037	200	49381	35143	70535	2017	14037	200	49132	34895	105430	2018	14037	200	48883	34646	140076	2019	14037	200	48635	34397	174474	2020	14037	200	48386	34149	208623	2021	14037	200	48137	33900	242523	2022	14037	200	47889	33652	276174	2023	14037	200	47640	33403	309577	2024	14037	200	47391	33154	342732	2025	14037	200	47143	32906	375637	2026	14037	200	46894	32657	408294	2027	14037	200	46645	32408	440702	2028	14037	200	46397	32160	472862	2029	14037	200	46148	31911	504773	2030	14037	200	45900	31662	536436	2031	14037	200	45651	31414	567849	2032	14037	200	45402	31165	599014	2033	14037	200	45154	30916	629931	2034	14037	200	44905	30668	660599	2035	0	200	26754	26554	687152	2036	0	200	26605	26405	713557	2037	0	200	26455	26255	739812	2038	0	200	26306	26106	765919	2039	0	200	26157	25957	791876	2040	0	200	26008	25808	817683	2041	0	200	25859	25659	843342	2042	0	200	25709	25509	868852	2043	0	200	25560	25360	894212	2044	0	200	25411	25211	919423
Year	Loan 4.5 %	Running costs	Sold energy	Yearly Balance	Cumul. Balance																																																																																																																																																																																								
2015	14037	200	49629	35392	35392																																																																																																																																																																																								
2016	14037	200	49381	35143	70535																																																																																																																																																																																								
2017	14037	200	49132	34895	105430																																																																																																																																																																																								
2018	14037	200	48883	34646	140076																																																																																																																																																																																								
2019	14037	200	48635	34397	174474																																																																																																																																																																																								
2020	14037	200	48386	34149	208623																																																																																																																																																																																								
2021	14037	200	48137	33900	242523																																																																																																																																																																																								
2022	14037	200	47889	33652	276174																																																																																																																																																																																								
2023	14037	200	47640	33403	309577																																																																																																																																																																																								
2024	14037	200	47391	33154	342732																																																																																																																																																																																								
2025	14037	200	47143	32906	375637																																																																																																																																																																																								
2026	14037	200	46894	32657	408294																																																																																																																																																																																								
2027	14037	200	46645	32408	440702																																																																																																																																																																																								
2028	14037	200	46397	32160	472862																																																																																																																																																																																								
2029	14037	200	46148	31911	504773																																																																																																																																																																																								
2030	14037	200	45900	31662	536436																																																																																																																																																																																								
2031	14037	200	45651	31414	567849																																																																																																																																																																																								
2032	14037	200	45402	31165	599014																																																																																																																																																																																								
2033	14037	200	45154	30916	629931																																																																																																																																																																																								
2034	14037	200	44905	30668	660599																																																																																																																																																																																								
2035	0	200	26754	26554	687152																																																																																																																																																																																								
2036	0	200	26605	26405	713557																																																																																																																																																																																								
2037	0	200	26455	26255	739812																																																																																																																																																																																								
2038	0	200	26306	26106	765919																																																																																																																																																																																								
2039	0	200	26157	25957	791876																																																																																																																																																																																								
2040	0	200	26008	25808	817683																																																																																																																																																																																								
2041	0	200	25859	25659	843342																																																																																																																																																																																								
2042	0	200	25709	25509	868852																																																																																																																																																																																								
2043	0	200	25560	25360	894212																																																																																																																																																																																								
2044	0	200	25411	25211	919423																																																																																																																																																																																								
Cumulated financial balance (€)																																																																																																																																																																																													

8. Παράρτημα Β (Αποτελέσματα Προγράμματος SMA Design)

Any Company • Any Street 21 • 54321 Any Town

Any Company
Any Street 21
54321 Any Town

Tel.: +49 123 456-0
Fax: +49 123 456-100
E-Mail: info@any-company.de
Internet: www.any-company.de

Όνομα εργασίας: **PV PARK**
Αριθμός εργασίας: ---

Τοποθεσία: **Greece / Crete**

Τάση δικτύου: 3~230 V

Επιτήρηση συστήματος			
550 x BP Solar BP 4 180 (UL) (12/2010) (PV array 1)			
Αζιμούθιο: 11°, Κλίση: 35°, Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση, Μέγιστη ισχύς: 99,00 kWp			
	9 x SMC 11000TLRP + 9 x Piggy-Back BTPBINV-NR		1 x SB 1600TL-10 + 1 x Piggy-Back BTPBINV-NR
Επιτήρηση εγκατάστασης			
	Flashview		Sunny WebBox με Bluetooth®
	Sunny Portal		
Τεχνικά χαρακτηριστικά			
Συνολικός αριθμός φωτοβολταϊκών μονάδων:	550	Ετήσια ενεργειακή απόδοση (κατά προσέγγιση)*:	164,51 MWh
Μέγιστη ισχύς:	99,00 kWp	Συντ.ενεργ. χρήσης:	100 %
Αριθμός μετατροπέων:	10	Ποσοστό απόδοσης (κατά προσέγγιση)*:	85,3 %
Ονομαστική ισχύς AC:	100,60 kW	Ειδ. ενεργειακή απόδοση (κατά προσέγγιση)*:	1662 kWh/kWp
Ενεργή ισχύς AC:	100,60 kW	Απώλειες ισχύος (σε % της φωτοβολταϊκής ενέργειας):	---
Σχέση ενεργής ισχύος:	101,6 %	Μη αντισταθμισμένο φορτίο:	1,60 kVA

Version: 3.10.4R

Υπογραφή

*Σημαντικό: οι προβαλλόμενες τιμές απόδοσης είναι τιμές κατ' εκτίμηση. Προσδιορίζονται με μαθηματικό υπολογισμό. Η εταιρεία SMA Solar Technology AG δεν αναλαμβάνει καμία ευθύνη για την πραγματική τιμή απόδοσης που μπορεί να διαφέρει από τις τιμές απόδοσης που προβάλλονται εδώ. Λόγοι για τυχόν αποκλίσεις είναι διάφορες εξωτερικές περιστάσεις, π. χ. ακαθαρσίες στις φωτοβολταϊκές μονάδες ή διακυμάνσεις των βαθμών απόδοσης των Φ/Β μονάδων.

Αξιολόγηση του σχεδιασμού

Όνομα εργασίας: PV PARK
Αριθμός εργασίας:

Τοποθεσία: Greece / Crete
Θερμοκρασία περιβάλλοντος:
Ελάχιστη θερμοκρασία: 4 °C
Θερμοκρασία σχεδιασμού: 27 °C
Μέγιστη θερμοκρασία: 36 °C

Part project 1

9 x SMC 11000TLRP

Μέγιστη ισχύς:	97,20 kWp
Συνολικός αριθμός φωτοβολταϊκών μονάδων:	540
Αριθμός μετατροπέων:	9
Μέγ. ισχύς DC (cos φ = 1):	11,40 kW
Μέγ. ενεργή ισχύς AC (cos φ = 1)	11,00 kW
Τάση δικτύου:	230 V
Λόγος ονομ. ισχύος:	106 %
Συντελεστής μετατόπισης cos φ:	1



SMC 11000TLRP

Τεχνικά χαρακτηριστικά

Είσοδος A: PV array 1

60 x BP Solar BP 4 180 (UL) (12/2010), Αζιμούθιο: 11°, Κλίση: 35°, Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση

	Είσοδος A:		
Αριθμός στοιχειοσειρών:	5		
Φωτοβολταϊκές μονάδες ανά σειρά:	12		
Μέγιστη ισχύς (είσοδος):	10,80 kWp		
Χαρακτηριστική Φ/Β τάση:	396 V	✓	
Ελάχ. Φ/Β τάση:	371 V		
Ελάχ. τάση DC (Τάση δικτύου 230 V):	333 V		
Μέγ. Φ/Β τάση:	563 V	✓	
Μέγ. τάση DC:	600 V		
Μέγ. ρεύμα Φ/Β γεννήτρ.:	25,2 A	✓	
Μέγ. ρεύμα DC:	34,0 A		

Φ/Β ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ ΣΥΜΒΑΤΟΣ

Version: 3.10.4.R

Αξιολόγηση του σχεδιασμού

Όνομα εργασίας: PV PARK
Αριθμός εργασίας:

Τοποθεσία: Greece / Crete
Θερμοκρασία περιβάλλοντος:
Ελάχιστη θερμοκρασία: 4 °C
Θερμοκρασία σχεδιασμού: 27 °C
Μέγιστη θερμοκρασία: 36 °C

Part project 1

1 x SB 1600TL-10

Μέγιστη ισχύς:	1,80 kWp
Συνολικός αριθμός φωτοβολταϊκών μονάδων:	10
Αριθμός μετατροπέων:	1
Μέγ. ισχύς DC:	1,70 kW
Μέγ. ισχύς AC:	1,60 kW
Τάση δικτύου:	230 V
Λόγος ονομ. ισχύος:	94 %



SB 1600TL-10

Τεχνικά χαρακτηριστικά

Είσοδος A: PV array 1

10 x BP Solar BP 4 180 (UL) (12/2010), Αζιμούθιο: 11°, Κλίση: 35°, Τρόπος τοποθέτησης: Ελεύθερη τοποθέτηση

	Είσοδος A:		
Αριθμός στοιχειοσειρών:	1		
Φωτοβολταϊκές μονάδες ανά σειρά:	10		
Μέγιστη ισχύς (είσοδος):	1,80 kWp		
Χαρακτηριστική Φ/Β τάση:	330 V		
Ελάχ. Φ/Β τάση:	309 V		
Ελάχ. τάση DC (Τάση δικτύου 230 V):	125 V		
Μέγ. Φ/Β τάση:	469 V		
Μέγ. τάση DC:	600 V		
Μέγ. ρεύμα Φ/Β γεννήτρ.:	5,0 A		
Μέγ. ρεύμα DC:	12,0 A		

Φ/Β ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ ΣΥΜΒΑΤΟΣ

Version: 3.10.4.R

Επιτήρηση εγκατάστασης

Όνομα εργασίας: PV PARK
Αριθμός εργασίας:

Τοποθεσία: Greece / Crete

Φ/Β εγκατάσταση	Επιτήρηση εγκατάστασης	
Part project 1  9 x SMC 11000TLRP + 9 x Piggy-Back BTPBINV-NR  1 x SB 1600TL-10 + 1 x Piggy-Back BTPBINV-NR	Εσωτερικά στην εγκατάσταση  Flashview Λογισμικό Π/Υ για την επαγγελματική παρουσίαση εγκαταστάσεων  Sunny WebBox με Bluetooth® Καταγραφέας δεδομένων που προσπελάνει, αποθηκεύει και μεταδίδει τα δεδομένα των μετατροπέων	Εξωτερικά  Sunny Portal Διαδικτυακή πύλη για την επιτήρηση εγκαταστάσεων, καθώς και για την απεικόνιση και την παρουσίαση δεδομένων εγκαταστάσεων
Υποδείξεις  Γενικά		
Η μέγιστη εμβέλεια επικοινωνίας για Bluetooth® Wireless Technology σε ανοικτό πεδίο είναι 100 m.		

Version: 3.10.4.R