

ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ ΣΤΕΦ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



ΘΕΜΑ: "ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ(ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ) ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ 100 ΚW"



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:

ΜΠΑΛΟΚΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ ΑΜ:31926

ΣΟΥΖΙΟΥ ΣΑΪΜΙΡ ΑΜ:30648

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ- ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:

Καθηγητής εφαρμογών Δρ. Ηλ. Μηχ. Καραϊσάς Πέτρος

Αθήνα, Δεκέμβριος 2012

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	2
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	5
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
1)ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ(ΑΠΕ)	9
1.1)ΕΝΕΡΓΕΙΑ	9
1.2)ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	9
1.2.1) ΜΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	9
1.2.2) ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	10
1.2.2.1) ΜΟΡΦΕΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	11
1.3) ΤΑ ΚΥΡΙΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΠΕ	18
1.4) ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΟΥ ΔΥΣΧΑΙΡΕΝΟΥΝ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΤΑΧΕΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥΣ	19
1.5)ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	19
1.5.1)ΤΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ	20
1.5.2) ΗΜΙΑΓΩΓΟΙ ΠΡΟΣΜΙΞΗΣ	22
1.5.3) ΕΞΑΡΤΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΧΑΣΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	22
1.5.4) ΜΕΤΑΛΛΑ,ΜΟΝΩΤΕΣ,ΗΜΙΑΓΩΓΟΙ	23
1.5.5) ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑ ΚΑΙ ΟΠΕΣ	23
1.6) ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	24
1.6.1) ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	26
1.6.2) ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΡΗ ΤΟΥ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟΥ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	26
1.6.2.1) ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΕΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ	27
1.6.2.2) ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΑΣ	31
1.6.2.3) ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΤΗΡΙΞΗΣ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ	33
1.6.3) ΑΥΤΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΤΑ ΜΕΡΗ ΤΟΥ	34
1.6.3.1) ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	34
1.6.3.2) ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ	35
1.6.4) ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ-ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	35
1.6.4.1) Εκτίμηση της ηλεκτρικής ενέργειας (Απώλειες)	37
1.6.4.2)Πιθανά σφάλματα	37
Πλαίσια: Δίοδοι, ελαττωματικά πλαίσια	37
1.6.5)ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ	37

2) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΟΥ **38**

2.1)ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΕΡΓΟ	38
2.2)ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ	39
2.2.1) ΘΕΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ (ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ, ΔΗΜΟΣ, ΝΟΜΟΣ)	39
2.2.2)ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ-ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΝΟΜΩΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ	40
2.2.3)ΟΡΙΖΟΝΤΑΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΓΙΑ ΒΕΛΤΙΣΤΕΣ ΚΛΗΣΕΙΣ	42
2.3) ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ-ΕΡΕΥΝΑ-ΠΡΟΣΧΕΔΙΟ	47
2.3.1) ΕΙΣΑΓΩΓΗ	47
2.3.2)ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΙΣ	47
2.3.2.1)Προσομοιώσεις με αντιστροφέα 3.1 kW	47
2.3.2.2)Προσομοιώσεις με αντιστροφέα 10 kW	78
2.3.2.3)Προσομοιώσεις με αντιστροφέα 100 kW σε συνδυασμό με το καλύτερο πλαίσιο.	103

3) ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ **110**

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	110
3.1)ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΡΓΟΥ	110
3.2) ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΒΑΣΕΩΝ	135
3.3)ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΟΔΕΥΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΣΕΩΝ-ΦΡΕΑΤΙΑ	136
3.4)ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ	137
3.5)ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΧΩΡΟΥ	138
3.5.1)ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ	138
3.5.2)ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΕΡΙΦΡΑΞΗΣ	138
3.5.3) ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΒΑΣΗΣ ΟΙΚΙΣΚΟΥ	139
3.5.4)ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΒΑΣΗΣ ΑΛΕΞΙΚΕΡΑΥΝΟΥ	139
3.5.5)ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΙΧΙΟΥ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΜΕΤΡΗΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ	140
3.5.6)ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΙΣΤΩΝ ΚΑΜΕΡΩΝ – ΦΩΤΙΣΜΟΥ	140
3.5.7)ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΣΕΩΝ	140
3.5.8)ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΩΝ	140
3.5.9)ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΠΙΝΑΚΩΝ	141
3.5.10)ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ	141
3.5.10.1)Σύστημα τηλεπαρακολούθησης.	141
3.5.10.2)Σύστημα καμερών.	141
3.5.10.3)Σύστημα συναγερμού.	142
3.5.10.4)Δίκτυο φωτισμού	142
3.6)ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΣΕΩΝ	142
3.6.1) ΚΑΛΩΔΙΩΣΕΙΣ Φ/Β ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	142
3.6. 2)ΚΑΛΩΔΙΩΣΕΙΣ ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	143
3.6. 3)ΚΑΛΩΔΙΩΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΜΕΡΩΝ	144
3.6. 4)ΚΑΛΩΔΙΩΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΥ	144
3.6. 5)ΚΑΛΩΔΙΩΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΗΛΕΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ	144

3.6. 6)ΚΑΛΩΔΙΩΣΕΙΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ	144
3.7)ΓΕΙΩΣΗ	144
3.7.1)ΣΤΙΣ ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΚΤΙΡΙΑΚΕΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΔΙΑΚΡΙΝΕΙ ΚΑΝΕΙΣ ΤΡΕΙΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΓΕΙΩΣΕΩΝ:	144
3.7.2)ΜΕΘΟΔΟΙ ΓΕΙΩΣΗΣ	145
3.7.3) ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΓΕΙΩΣΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ	145
3.7.4) ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ	146
3.8)ΈΛΕΓΧΟΙ ΔΟΚΙΜΕΣ	147
3.8.1) ΈΛΕΓΧΟΙ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΕΣ ΠΡΟ ΤΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΜΕ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ	147
3.8.1.1)Έλεγχος σταθερών βάσεων	147
3.8.1.2) Έλεγχος πάνελ	147
3.8.1.3)Έλεγχος πινάκων-καλωδιώσεων	147
3.8.2) ΈΛΕΓΧΟΙ ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΕΣ ΜΕΤΑ ΤΗ ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ	148
3.8.2.1) Γενικός Έλεγχος	148
3.8.2.2) Έλεγχος βοηθητικών συστημάτων	148
3.9)ΔΗΛΩΣΗ ΕΤΟΙΜΟΤΗΤΑΣ	148
3.10)ΠΑΡΑΔΟΣΗ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	149
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	150
4.1)ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	150
4.2)ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ	150
4.2.1)ΚΛΑΣΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ	150
4.3)ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ – ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ	150
4.3.1) ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ	154
4.3.1.1)Στη περίπτωση της αυτοχρηματοδότησης	155
4.3.1.2) Τραπεζική χρηματοδότηση:	156
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	160
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	160
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ	160
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΩΝ	165
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ	174
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ	175

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Οφείλουμε να ευχαριστήσουμε θερμά για την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφεραν στα πλαίσια της παρούσας πτυχιακής εργασίας:

- Τον κ. Κωστάκο Α.Παντελή Διπλωματούχο Μηχανικό Περιβάλλοντος T.E.MSc για τις πολύτιμες συμβουλές του στο θέμα της δομής της εργασίας μας.
- Την κα. Όλγα Λιτσάκη Απόφοιτο Τμήματος Στατιστικής Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών για την μεγάλη βοήθεια της στην κατανόηση και επίλυση του οικονομικού μέρους της εργασίας.
- Την εταιρεία Η&Λ ΔΗΜΟΥ Ο.Ε(και συγκεκριμένα τον κ. Δήμου Ηλία Ηλεκτρολόγο Μηχανικό) για τις πολύτιμες συμβουλές της και τη μεγάλη βοήθεια της όσον αφορά τον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό, τη μελέτη του έργου μας αλλά και το κοστολόγιο βάσει των σημερινών τιμών που επικρατούν στην αγορά.
- Την κα. Ρενιέρη Ρεβέκκα απόφοιτο Σχολής Βακαλό για την πολύτιμη βοήθεια της στη μορφοποίηση του κειμένου και του γραφιστικού μέρους της εργασίας.
- Τέλος, το κατάστημα Εθνικής Τράπεζας Λιβαδειάς και το κατάστημα Δ.Ε.Η Λιβαδειάς για την άψογη συνεργασία τους και την αμέριστη βοήθεια τους.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τους συγγραφείς.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στόχος αυτής της εργασίας-μελέτης είναι η σύγκριση δύο διαφορετικού τύπου φωτοβολταϊκών συστημάτων για τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ονομαστικής ισχύος 100kW από πάρκο διασυνδεδεμένο με το δίκτυο της Δ.Ε.Η. Η διαφορά των συστημάτων έγκειται στο γεγονός της ύπαρξης συστήματος παρακολούθησης του ηλίου(trackers) στο ένα σύστημα παραγωγής μας. Ακόμα μελετούμε τις συγκρίσεις μεταξύ, διαφορετικών ονομαστικών τιμών, φωτοβολταϊκών πλαισίων και αντιστροφών.

Το πρώτο κεφάλαιο είναι εισαγωγικό. Αναφέρεται, γενικά, στην ενέργεια και στις πηγές της, ανανεώσιμες και μη. Τα πλεονεκτήματα των ΑΠΕ όπως και τα χαρακτηριστικά που δυσχεραίνουν την αξιοποίηση και ανάπτυξη τους αναφέρονται σε αυτό το κεφάλαιο. Ακόμα, αναλύονται το φ/β φαινόμενο, οι ημιαγωγοί πρόσμιξης, η εξάρτηση ενεργειακού χάσματος από την θερμοκρασία, τα μέταλλα, οι μονωτές, οι ημιαγωγοί και τα ηλεκτρόνια με τις οπές, στοιχεία που αφορούν τα φ/β συστήματα. Επίσης αναλύεται το φ/β σύστημα παραγωγής είτε είναι διασυνδεδεμένο, με τα μέρη του, είτε αυτόνομο, αντίστοιχα. Τέλος, παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα των φ/β συστημάτων όπως και το πού εφαρμόζονται.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται παρουσίαση της περιγραφής του έργου, αρχικά, με μία εισαγωγή σε αυτό. Η περιγραφή της τοποθεσίας εγκατάστασής απαρτίζεται από τη θέση εγκατάστασης, τα μετεωρολογικά δεδομένα με τις κλιματικές ζώνες της Ελλάδος και τον ορίζοντα της περιοχής όσον αφορά τις βέλτιστες κλίσεις. Σε αυτό το κεφάλαιο υπάρχει, ακόμα, η προμελέτη της εργασίας μας που αποτελείται από προσομοιώσεις με αντιστροφείς διαφορετικής ισχύος, με πλαίσια διαφορετικής ισχύος και εταιρείας και με πλαίσια με σταθερές αλλά και με κινητές βάσεις. Οι προσομοιώσεις πραγματοποιούνται με τη βοήθεια του προγράμματος PVSYST για την εύρεση του βέλτιστου συνδυασμού αντίστροφα, πλαισίου όπως και τύπου βάσης.

Το τρίτο κεφάλαιο αφορά την εφαρμογή του έργου. Απαρτίζεται από τα δεδομένα του έργου, την χωροταξική διάταξη των βάσεων, το σχεδιασμό και την όδευση των καλωδιώσεων και φρεατίων. Ακόμα αναφέρονται η ομαδοποίηση των φ/β πλαισίων, οι εργασίες για την διαμόρφωση του χώρου και η διαστασιολόγηση των καλωδιώσεων της εγκατάστασης. Επίσης παρουσιάζεται η γείωση με τις μεθόδους της και την κατασκευή της και η αντικεραυνική προστασία του έργου μας. Τέλος περιγράφονται οι απαιτούμενοι έλεγχοι και οι δοκιμές προ και μετά την σύνδεση του πάρκου με το δίκτυο και τα στοιχεία ετοιμότητας ώστε να καταλήξουμε στην παράδοση του έργου.

Το τέταρτο κεφάλαιο αναλύει το οικονομικό μέρος της μελέτης μας που αναφέρεται στην χρηματοδότηση και τις μορφές της. Βάσει του κόστους εγκατάστασης και της παραγωγής μας, παρουσιάζονται πίνακες από όπου προκύπτει η απόσβεση των εξόδων του έργου και στην περίπτωση αυτοχρηματοδότησης αλλά και στην περίπτωση δανεισμού από τράπεζα.

Τέλος το πέμπτο κεφάλαιο αποτελείται από αναφορές που προήλθαν από το πρόγραμμα PVSYST για τα φ/β πλαίσια αλλά και τους αντιστροφείς που χρησιμοποιήθηκαν στο έργο μας και στις προσομοιώσεις του δεύτερου κεφαλαίου. Ακόμα, το κεφάλαιο αυτό περιέχει το ηλεκτρολογικό σχέδιο της εγκατάστασής μας.

ABSTRACT

The aim of this project is the comparison of two different types of photovoltaic systems for production of electrical energy nominal power 100kW from a park connected with the network of Δ.Ε.Η. The difference of the systems lies in the fact of having a monitoring system of the sun (trackers) in one of our production systems. Also, we study the comparisons between photovoltaic modules and inverters, with different nominal values.

The first chapter is an introduction. It refers to, generally, the energy and its sources, renewable or non-renewable. The advantages of the renewable and the characteristics that embarrass their development and growth are mentioned in this chapter. Also, there are analyzed the p/v phenomenon, the semiconductors of intermingling, the addition of energy gap from temperature, the metals, the insulators, the semiconductors and the electrons with the holes, elements that are related to the p/v system. As well as the above the photovoltaic system of production is analyzed, even if it is connected with its parts, or it is independent, respectively. In the end, the advantages of the p/v systems and their applications are presented.

In the second chapter the description of the project is initially presented, with an introduction to it. The description of location facilities comprises the place of the location, the meteorological data with the climatic zones of Greece and the horizon of the area as regards the optimal declivities. In this chapter there is, also, the preliminary design of our study that composes of the simulations with inverters of different power, with modules of different power and company and with modules with fix and tracking bases. The simulations are done with the help of the program PVSYST for the discovery of the optimal combination of inverter, module and type of base.

The third chapter concerns the application of the project. It composes of the project data, the spatial disposition of the bases, the design and the march of cabling and small wells. Also there are mentioned the grouping of p/v panels, the works for the formation of the place and the dimension of cabling of the installation. Also there are presented the ground with its methods and its construction and the lightning protection of our project. In the end, there are described the necessary controls and tests before and after the connection of the park with the network and the elements of readiness so as to arrive in project delivery.

The fourth chapter analyzes the economic part of our study referring to the finance and its ways. Based on the cost of the facility and our production, there are presented tables from which the paying off of the costs of the project in case of self-financing is concluded, but also in the case of borrowing from a bank.

Finally, the fifth chapter consists of reports that are delivered by the PVSYST program for p/v panels and inverters that were used in our project and also in the simulations of the second chapter. Furthermore, this chapter contains the electro logical design of the installation.

1)ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ(ΑΠΕ)

1.1)ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η ενέργεια είναι σε τέτοιο βαθμό συνυφασμένη με την καθημερινή μας ζωή που μόνο η έλλειψή της καθιστά ολοφάνερη την αναγκαιότητά της. Το σύνολο των ανθρώπινων δραστηριοτήτων δεσμεύει, παράγει, καταναλώνει, μετατρέπει, αποθηκεύει και υποβαθμίζει τεράστια ποσά ενέργειας. Η ενέργεια μπορεί να προέρχεται από διαφορετικές πηγές όπως ο άνεμος, ο άνθρακας, η ξυλεία ή τα τρόφιμα. Η ενέργεια εμφανίζεται με πολλές μορφές. Κίνηση, θερμότητα, ενέργεια χημικών δεσμών ή ηλεκτρισμός. Ακόμη και η μάζα είναι μια μορφή ενέργειας.

Ο κύκλος της παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας ξεκινά από τις αρχικές μορφές ενέργειας όπως ο άνθρακας, το αργό πετρέλαιο, ο άνεμος, το ηλιακό φως ή το φυσικό αέριο. Αυτές οι μορφές χαρακτηρίζονται ως πρωτογενή ενέργεια και βεβαίως, ελάχιστα μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους καταναλωτές. Το επόμενο βήμα είναι η μετατροπή των πρωτογενών μορφών σε τελική ενέργεια όπως για παράδειγμα ηλεκτρισμός ή βενζίνη. Τέλος, κατάλληλος εξοπλισμός ή συσκευές όπως το αυτοκίνητο ή η τηλεόραση, μετατρέπουν την τελική ενέργεια σε χρήσιμη ενέργεια παρέχοντας ενεργειακές υπηρεσίες.

Από την πρωτογενή έως την χρήσιμη ενέργεια, μεσολαβούν πολλά ενδιάμεσα στάδια ανάλογα με τη μορφή της ενέργειας. Εξόρυξη άνθρακα η πετρελαίου, μεταφορά με αγωγούς, χρήση δεξαμενόπλοιων, καύση σε μεγάλους θερμικούς σταθμούς, δίκτυα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας και πολλά άλλα. Όλη αυτή η πολυσύνθετη αλυσίδα είναι γνωστή ως ενεργειακό σύστημα.

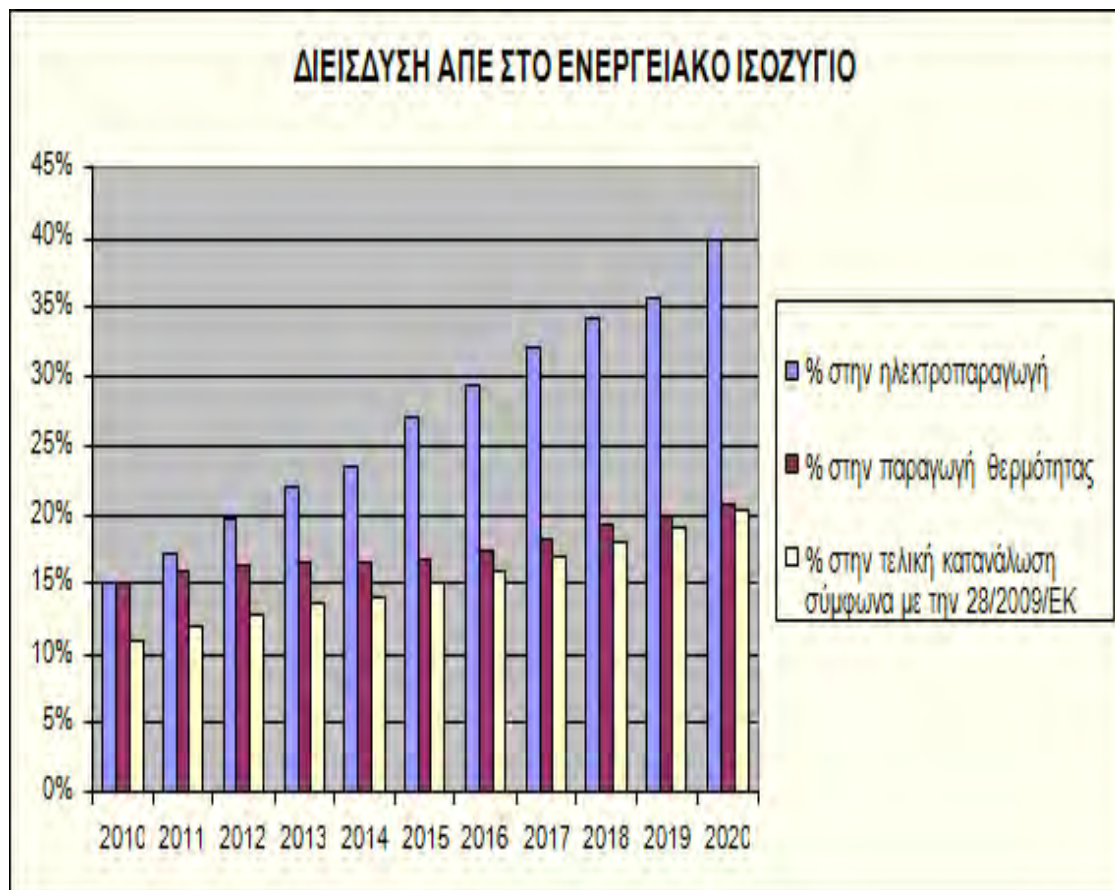
1.2)ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

1.2.1) ΜΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας χαρακτηρίζονται οι πηγές οι οποίες δεν αναπληρώνονται ή αναπληρώνονται εξαιρετικά αργά για τα ανθρώπινα μέτρα από φυσικές διαδικασίες. Στις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας περιλαμβάνονται κυρίως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, γνωστά και ως ορυκτά καύσιμα. Βέβαια, η φύση δεν σταματά να δημιουργεί ούτε άνθρακα ούτε πετρέλαιο. Βάσει της ημερήσιας ανθρώπινης κατανάλωσης, η οποία χρειάζεται τόση ποσότητα ορυκτών καυσίμων όση μπορεί η φύση να δημιουργήσει σε χίλια περίπου χρόνια, αντιλαμβανόμαστε πλέον την έννοια της ανανεωσιμότητας.

1.2.2) ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Ως Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) έχουν οριστεί οι ενεργειακές πηγές, οι οποίες υπάρχουν εν αφθονία στο φυσικό περιβάλλον. Είναι η πρώτη μορφή ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος πριν στραφεί έντονα στη χρήση των ορυκτών καυσίμων. Οι ΑΠΕ πρακτικά είναι ανεξάντλητες, η χρήση τους δεν ρυπαίνει το περιβάλλον ενώ η αξιοποίησή τους περιορίζεται μόνον από την ανάπτυξη αξιόπιστων και οικονομικά αποδεκτών τεχνολογιών που θα έχουν σαν σκοπό την δέσμευση του δυναμικού τους. Το ενδιαφέρον για την ανάπτυξη των τεχνολογιών αυτών εμφανίστηκε αρχικά μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση του 1974 και παγιώθηκε μετά τη συνειδητοποίηση των παγκόσμιων σοβαρών περιβαλλοντικών προβλημάτων την τελευταία δεκαετία. Είναι χαρακτηριστικό ότι ο μόνος δυνατός τρόπος που διαφαίνεται για να μπορέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση να ανταποκριθεί στο φιλόδοξο στόχο που έθεσε το 1992 στη συνδιάσκεψη του Ρίο για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη, να περιορίσει δηλαδή, μέχρι το έτος 2000 τους ρύπους του διοξειδίου του άνθρακα στα επίπεδα του 1993, είναι να επιταχύνει την ανάπτυξη των ΑΠΕ.

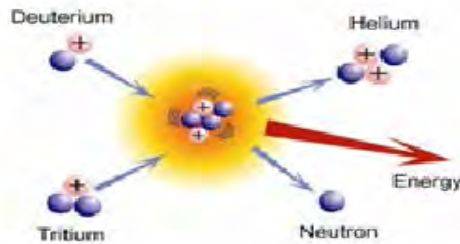


1.2.2.1) ΜΟΡΦΕΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι μορφές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι:

i) Ο ήλιος - ηλιακή ενέργεια

Ο ήλιος είναι η βασική πηγή ενέργειας του πλανήτη μας και η ενέργεια που απελευθερώνεται στον πυρήνα του ακτινοβολείται σε όλες τις κατευθύνσεις στο διάστημα. Στην ατμόσφαιρα προσκρούει ηλιακή ακτινοβολία ισχύος 1353Watt/cm^2 ανά τετραγωνικό μέτρο της επιφάνειας της. Από αυτή την ακτινοβολία το 70% απορροφάται από την ατμόσφαιρα ενώ το υπόλοιπο επιστρέφει δια της ανακλάσεως στο διάστημα. Η ηλιακή ακτινοβολία που φθάνει στο έδαφος σπάνια ξεπερνάει σε ισχύ τα 1000watt/cm^2 και εξαρτάται από την εποχή του έτους, την ώρα της ημέρας, την παρουσία νεφών, ομίχλης και σκόνης όπως και από τη γωνία πρόσπτωσης της προς την επιφάνεια του εδάφους. Ο ήλιος δημιουργεί την ηλιακή ενέργεια μέσω μιας διαδικασίας γνωστής ως πυρηνική σύντηξη, όπου δύο άτομα του υδρογόνου ενώνονται για να δημιουργηθεί ένα άτομο ηλίου.



Κάθε δευτερόλεπτο, ο ήλιος μετατρέπει 500 εκατομμύρια μετρικούς τόνους υδρογόνου σε ήλιο. Λόγω της διαδικασίας της σύντηξης, 5 εκατομμύρια μετρικοί τόνοι μετατρέπονται σε ενέργεια κάθε δευτερόλεπτο. Αυτό σημαίνει ότι κάθε έτος, 157.680.000.000.000 μετρικοί τόνοι μετατρέπονται σε ενέργεια. Η ενέργεια που στέλνει στη γη ο ήλιος, αντιστοιχεί στην ενέργεια που θα παρήγαγαν περισσότεροι από 150 εκατομμύρια μεγάλοι σταθμοί παραγωγής.

Η χρήση της ηλιακής ενέργειας διακρίνεται σε πολλές υποκατηγορίες.

Οι σημαντικότερες από αυτές είναι:

- Τα φωτοβολταϊκά συστήματα (photovoltaic) παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που είναι μια τεχνολογία ημιαγωγών με τεράστια πλεονεκτήματα.



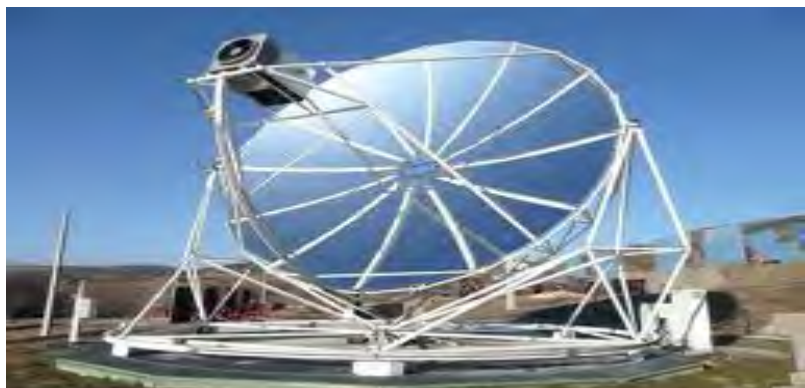
Τα φωτοβολταϊκών συστήματα είναι μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία που αναπτύσσεται με ραγδαίο ρυθμό τα τελευταία χρόνια και η αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος σε ΦΒ έχει ξεπεράσει και το πιο αισιόδοξο σενάριο.

- Συστήματα συλλεκτών ηλιακής θέρμανσης ζεστού νερού(solarwaterheating)



Στα συστήματα αυτά η Ελλάδα παρουσιάζει μια αρκετά μεγάλη αγορά. Για το έτος 2005 βρεθήκαμε στην 5η θέση μεταξύ των χωρών με τις περισσότερες εγκαταστάσεις συλλεκτών στον κόσμο με πρώτη την Κίνα.

- Στα συγκεντρωτικά ηλιακά συστήματα (solar concentrators) παραγωγής ενέργειας, τα οποία με την σειρά τους διακρίνονται σε αρκετές υποκατηγορίες και εκμεταλλεύονται την ανάκλαση του φωτός σε συνδυασμό με διάφορες τεχνικές.



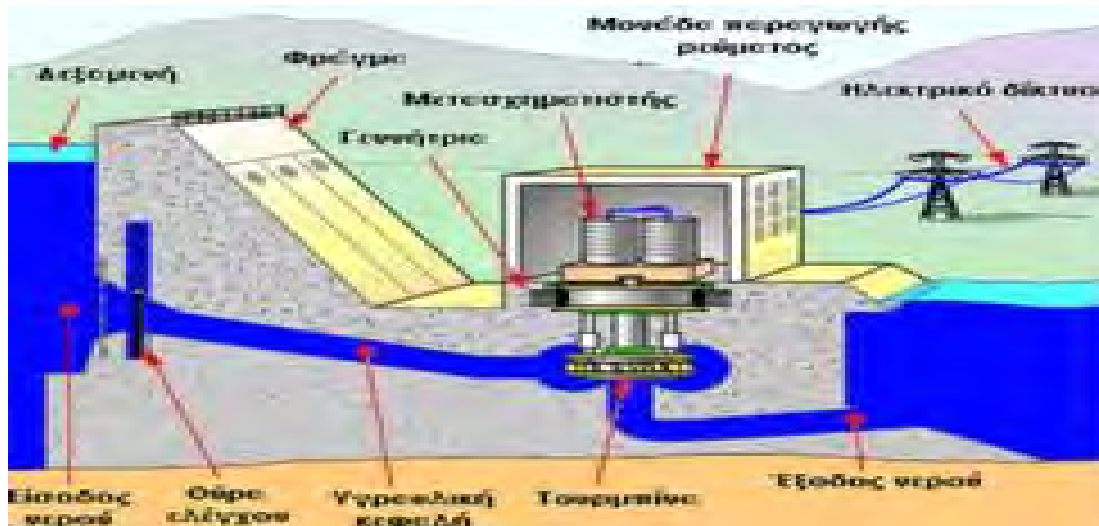
ii) Ο άνεμος - αιολική ενέργεια

Η αιολική ενέργεια είναι μια μορφή ενέργειας που δημιουργείται έμμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία. Η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας του πλανήτη μας από τον ήλιο δημιουργεί μετακίνηση μαζών αέρα, τους άνεμους, από τη μία περιοχή στην άλλη. Η πηγή της αιολικής ενέργειας είναι μονίμως ανανεωνόμενη, γι αυτό ονομάζεται και ανανεώσιμη. Δυστυχώς μόνοι ένα μικρό ποσοστό της ενέργειας χρησιμοποιείται σήμερα. Όταν σε μια περιοχή οι άνεμοι πνέουν με ταχύτητα μεγαλύτερη των 5,1m/sec και σε ύψος 10 μέτρων πάνω από το έδαφος, τότε το αιολικό δυναμικό της περιοχής μπορεί να θεωρηθεί εκμεταλλεύσιμο. Τα σύγχρονα συστήματα αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας αποτελούνται από μηχανές που μετατρέπουν την ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική και ονομάζονται ανεμογεννήτριες. Οι χώρες με την μεγαλύτερη χρήση αιολικής ενέργειας είναι η Γερμανία, η Ισπανία και οι ΗΠΑ.



iii) Οι υδατοπτώσεις - υδραυλική ενέργεια

Περίπου το 25% της ηλιακής ενέργειας που καταφθάνει στην επιφάνεια της γης προκαλεί την εξάτμιση του νερού από τις "αποθήκες" του (θάλασσες, λίμνες, νερόλακους). Μέρος αυτής της ενέργειας χρησιμοποιείται για την ανύψωση των υδρατμών στην ατμόσφαιρα όπου τελικά υγροποιείται και σχηματίζεται βροχή ή χιόνι. Όταν βρέχει ή χιονίζει στους λόφους και στα βουνά, ένα μέρος της εισαγόμενης ηλιακής ενέργειας παραμένει αποθηκευμένο. Έτσι το νερό που βρίσκεται πάνω από τη στάθμη της θάλασσας αντιπροσωπεύει αποθηκευμένη "βαρυτική" ενέργεια. Το νερό στη φύση, όταν βρίσκεται σε περιοχές με μεγάλο υψόμετρο, έχει δυναμική ενέργεια η οποία μετατρέπεται σε κινητική όταν το νερό ρέει προς χαμηλότερες περιοχές. Με τα υδροηλεκτρικά έργα (υδροταμιευτήρας, φράγμα, κλειστός αγωγός πτώσεως, υδροστρόβιλος, ηλεκτρογεννήτρια, διώρυγα φυγής) γίνεται δυνατή η εκμετάλλευση της ενέργειας του νερού για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος το οποίο διοχετεύεται στην κατανάλωση με το ηλεκτρικό δίκτυο. Η μετατροπή της ενέργειας των υδατοπτώσεων με τη χρήση υδραυλικών τουρμπινών παράγει την υδροηλεκτρική ενέργεια. Η ενέργεια αυτή ταξινομείται σε υδροηλεκτρική ενέργεια μεγάλης και μικρής κλίμακας. Η υδροηλεκτρική ενέργεια μικρής κλίμακας διαφέρει σημαντικά από αυτή της μεγάλης σε ότι αφορά τις επιπτώσεις της στο περιβάλλον. Οι υδροηλεκτρικές μονάδες μεγάλης κλίμακας απαιτούν τη δημιουργία φραγμάτων και τεράστιων δεξαμενών με σημαντικές επιπτώσεις στο οικοσύστημα και γενικότερα στο άμεσο περιβάλλον.



Τα συστήματα μικρής κλίμακας τοποθετούνται δίπλα σε ποτάμια και κανάλια με αποτέλεσμα να έχουν λιγότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Υδροηλεκτρικές μονάδες λιγότερες των 30 MW χαρακτηρίζονται μικρής κλίμακας και θεωρούνται ανανεώσιμες πηγές. Το γρήγορα κινούμενο νερό οδηγείται μέσα από τούνελ με σκοπό να θέσει σε λειτουργία τις τουρμπίνες παράγοντας έτσι μηχανική ενέργεια. Μια γεννήτρια μετατρέπει αυτή την ενέργεια σε ηλεκτρική. Σε αντίθεση με το ότι συμβαίνει με τα ορυκτά καύσιμα, το νερό δεν αχρηστεύεται κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για άλλους σκοπούς.

Φυσικά, μόνο σε περιοχές με σημαντικές υδατοπτώσεις, πλούσιες πηγές και κατάλληλη γεωλογική διαμόρφωση είναι δυνατόν να κατασκευασθούν υδατοταμιευτήρες. Συνήθως η ενέργεια που τελικώς παράγεται με τον τρόπο αυτό, χρησιμοποιείται μόνο συμπληρωματικά με άλλες συμβατικές πηγές ενέργειας, σε ώρες αιχμής. Στη χώρα μας η υδροηλεκτρική ενέργεια ικανοποιεί περίπου το 10% των ενεργειακών μας αναγκών.

iv) Η γεωθερμία - γεωθερμική ενέργεια

Ως γεωθερμική ενέργεια χαρακτηρίζεται η ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης. Μεταφέρεται στην επιφάνεια με αγωγή θερμότητας και γίνεται αντιληπτή με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού. Η γεωθερμική ενέργεια ή αλλιώς 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.

Μια από τις παλαιότερες χρήσεις της γεωθερμικής ενέργειας από τον άνθρωπο είναι αυτή της θεραπευτικής της ιδιότητας, στην Ελλάδα υπάρχει ένα πλήθος θερμών ιαματικών πηγών. Η γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά σε παραγωγικές διαδικασίες το 1827 στην Τοσκάνη της Ιταλίας όπου ο γεωθερμικός ατμός αντικατέστησε την καύση των ξύλων για την θέρμανση διαλυμάτων βορικού οξέος. Η πρώτη χρήση γεωθερμικής ενέργειας για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος έγινε το 1913 στο Λαρντερέλλο της Ιταλίας, με ένα στροβιλοφόρο κινητήρα ισχύος 250kW.

Η μετάδοση θερμότητας πραγματοποιείται με δύο τρόπους:

α) Με αγωγή από το εσωτερικό προς την επιφάνεια με ρυθμό $0,04 - 0,06 \text{ W/m}^2$

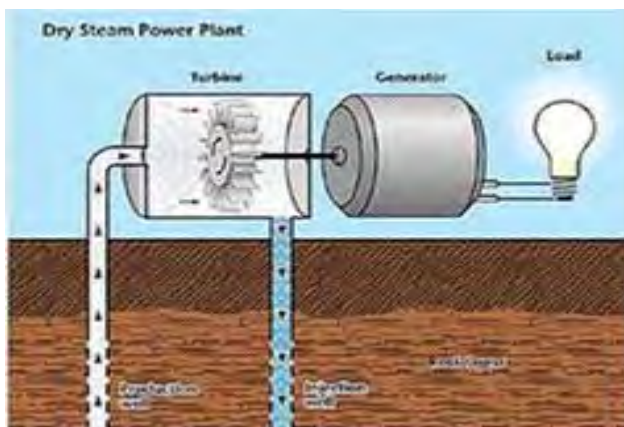
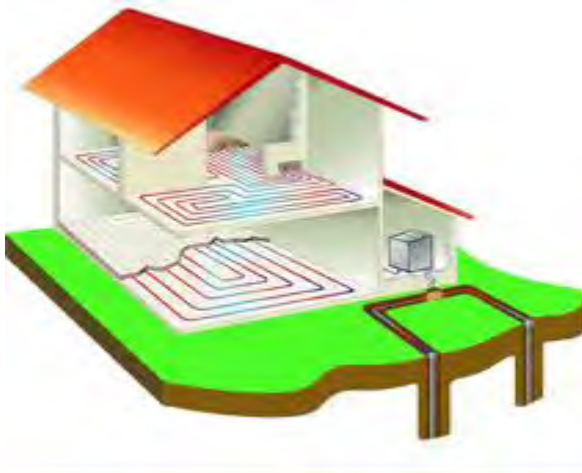
β) Με ρεύματα μεταφοράς, που περιορίζονται όμως στις ζώνες κοντά στα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών, λόγω ηφαιστειακών και υδροθερμικών φαινομένων.

Μεγάλη σημασία για τον άνθρωπο έχει η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας για την κάλυψη αναγκών του, καθώς είναι μια πρακτικά ανεξάντλητη πηγή ενέργειας. Ανάλογα με το θερμοκρασιακό της επίπεδο μπορεί να έχει διάφορες χρήσεις.

Η Υψηλής Ενθαλπίας ($>150 \text{ }^\circ\text{C}$) χρησιμοποιείται συνήθως για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η ισχύς τέτοιων εγκαταστάσεων το 1979 ήταν 1.916 MW με παραγόμενη ενέργεια $12 \times 10^6 \text{ kWh/yr}$.

Η Μέσης Ενθαλπίας (80 έως $150 \text{ }^\circ\text{C}$) που χρησιμοποιείται για θέρμανση ή και ξήρανση ξυλείας και αγροτικών προϊόντων καθώς και μερικές φορές και για την παραγωγή ηλεκτρισμού (π.χ. με κλειστό κύκλωμα φρέον που έχει χαμηλό σημείο ζέσεως).

Η Χαμηλής Ενθαλπίας (25 έως $80 \text{ }^\circ\text{C}$) που χρησιμοποιείται για θέρμανση χώρων, για θέρμανση θερμοκηπίων, για ιχθυοκαλλιέργειες, για παραγωγή γλυκού νερού.



ν) Η βιομάζα

Με τον όρο βιομάζα χαρακτηρίζουμε οποιοδήποτε υλικό παράγεται από ζωντανούς οργανισμούς (όπως είναι το ξύλο και άλλα προϊόντα του δάσους, υπολείμματα καλλιεργειών, κτηνοτροφικά απόβλητα, απόβλητα βιομηχανικών τροφίμων κ.λπ.) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας. Η ενέργεια που είναι δεσμευμένη στις φυτικές ουσίες προέρχεται από τον ήλιο. Με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης τα φυτά μετασχηματίζουν την ηλιακή ενέργεια σε βιομάζα.

Οι ζωικοί οργανισμοί προσλαμβάνουν αυτή την ενέργεια με την τροφή τους και αποθηκεύουν ένα μέρος της. Αυτή την ενέργεια αποδίδει τελικά η βιομάζα μετά την επεξεργασία και τη χρήση της, ενώ αποτελεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας γιατί στην πραγματικότητα είναι αποθηκευμένη ηλιακή ενέργεια που δεσμεύτηκε από τα φυτά κατά τη φωτοσύνθεση. Η βιομάζα είναι η πιο παλιά και διαδεδομένη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Όλα τα παραπάνω υλικά, που άμεσα ή έμμεσα προέρχονται από το φυτικό κόσμο αλλά και τα υγρά απόβλητα και το μεγαλύτερο μέρος από τα αστικά απορρίμματα (υπολείμματα τροφών, χαρτί κ.ά.) των πόλεων και των βιομηχανιών μπορούν να μετατραπούν σε ενέργεια.



Φωτογραφία pellets βιομάζας, φτιαγμένα από πριονίδι

Βασικό πλεονέκτημα της βιομάζας είναι ότι είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και ότι παρέχει ενέργεια αποθηκευμένη με χημική μορφή. Η αξιοποίηση της μπορεί να γίνει με μετατροπή της σε μεγάλη ποικιλία προϊόντων με διάφορες μεθόδους και τη χρήση σχετικά απλής τεχνολογίας. Σαν πλεονέκτημά της καταγράφεται και το ότι κατά την παραγωγή και την μετατροπή της δεν δημιουργούνται οικολογικά και περιβαλλοντολογικά προβλήματα. Από την άλλη, σαν μορφή ενέργειας η βιομάζα χαρακτηρίζεται από πολυμορφία, χαμηλό ενεργειακό περιεχόμενο, σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα, λόγω χαμηλής πυκνότητας και υψηλής περιεκτικότητας σε νερό, εποχικότητα, μεγάλη διασπορά, κλπ. Τα χαρακτηριστικά αυτά συνεπάγονται πρόσθετες, σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα, δυσκολίες στη συλλογή, μεταφορά και αποθήκευση της. Σαν συνέπεια το κόστος μετατροπής της σε πιο εύχρηστες μορφές ενέργειας παραμένει υψηλό.

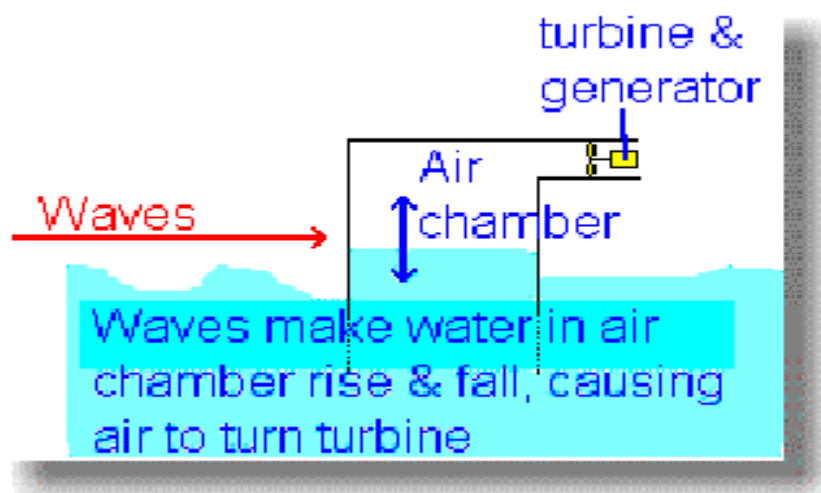
vi) Οι θάλασσες- ενέργεια κυμάτων

Για περισσότερους από δύο αιώνες οι εφευρέτες αναζητούσαν τρόπους για να εκμεταλλευτούν τη δύναμη από τα κύματα και όμως ακόμα δεν έχουμε μια ευρεία εφαρμογή της δυνατότητας παραγωγής ενέργειας από τα κύματα ως γεννήτριες. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων πενήντα ετών, οι μηχανικοί έχουν αρχίσει να εξετάζουν την παλιρροιακή δύναμη και τη δύναμη των κυμάτων σε μια μεγαλύτερη, βιομηχανική κλίμακα. Τα τελευταία έτη η δύναμη των κυμάτων και η παλιρροιακή δύναμη θεωρήθηκαν αντισυμβατικές. Αν και μερικά πιλοτικά έργα έδειξαν ότι η ενέργεια θα μπορούσε να παραχθεί, κάποια άλλα επίσης έδειξαν ότι, ακόμα κι αν το κόστος για την παραγωγή της ενέργειας δεν εξεταστεί, υπάρχει ένα πραγματικό πρόβλημα, που αφορά την ικανότητα του εξοπλισμού να αντέξει το εξαιρετικά σκληρό θαλάσσιο περιβάλλον. Προς το τέλος της δεκαετίας του '90, έχει γίνει σαφές ότι η τεχνολογία έχει προωθηθεί σε σημείο όπου η αξιόπιστη και φτηνή ηλεκτρική ενέργεια από τους ωκεανούς γίνεται μια πραγματικότητα. Το Ηνωμένο Βασίλειο παράγαγε την πρώτη ηλεκτρική ενέργεια από θαλάσσια και παλιρροϊκά κύματα με την οποία εφοδίασε τον εθνικό του δίκτυο το έτος 2000, αναγκάζοντας και άλλες χώρες να σκεφτούν σοβαρά να πράξουν κάτι ανάλογο.

Οι ωκεανοί μπορούν να μας προσφέρουν τεράστια ποσά ενέργειας μέσω των:

α)κυμάτων

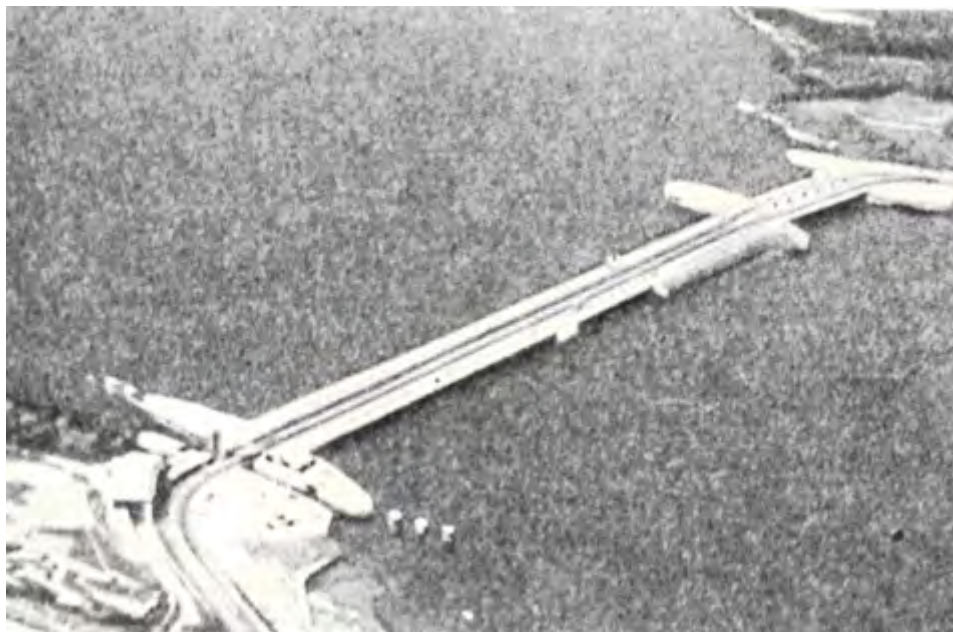
Η κινητική ενέργεια των κυμάτων μπορεί να περιστρέψει μια τουρμπίνα. Η ανυψωτική κίνηση του κύματος πνίξει τον αέρα προς τα πάνω, μέσα στο θάλαμο και θέτει σε περιστροφική κίνηση την τουρμπίνα έτσι ώστε η γεννήτρια να παράγει ρεύμα. Αυτός είναι ένας μόνο τύπος εκμετάλλευσης της ενέργειας των κυμάτων.



β)παλιρροιών

Τα εισερχόμενα νερά της παλίρροιας στην ακτή κατά την πλημμυρίδα μπορούν να παγιδευτούν σε φράγματα, οπότε κατά την άμπωτη τα αποθηκευμένα νερά ελευθερώνονται και κινούν υδροστρόβιλο, όπως στα υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Η διαφορά μεταξύ της στάθμης του νερού κατά την άμπωτη και την πλημμυρίδα πρέπει να είναι τουλάχιστον 10 μέτρα.

Ο πρώτος παλιρροϊκός σταθμός κατασκευάστηκε στον ποταμό La Rance στις ακτές της Βορειοδυτικής Γαλλίας το 1962 και οι υδροστρόβιλοί του μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια καθώς το νερό κινείται κατά τη μια ή την άλλη κατεύθυνση. Άλλοι τέτοιοι σταθμοί λειτουργούν στη Ρωσία, στη θάλασσα Barents και στον κόλπο Fuhdy της Νέας Σκωτίας.



γ)θερμοκρασιακών διαφορών νερού

Η θερμική ενέργεια των ωκεανών μπορεί επίσης να αξιοποιηθεί με την εκμετάλλευση της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του θερμότερου επιφανειακού νερού και του ψυχρότερου νερού του πυθμένα. Η διαφορά αυτή πρέπει να είναι τουλάχιστον 3,5 °C.

Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση της ενέργειας των ωκεανών, εκτός από "καθαρή" και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, με τα γνωστά ευεργετήματα, είναι το σχετικά μικρό κόστος κατασκευής των απαιτούμενων εγκαταστάσεων, η μεγάλη απόδοση (40-70 KW ανά μέτρο μετώπων κύματος) και η δυνατότητα παραγωγής υδρογόνου με ηλεκτρόλυση από το άφθονο θαλασσινό νερό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο.

1.3) ΤΑ ΚΥΡΙΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΠΕ

Τα κύρια πλεονεκτήματα των ΑΠΕ είναι:

- Είναι πρακτικά ανεξάντλητες πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στη μείωση της εξάρτησης από τους συμβατικούς ενεργειακούς πόρους οι οποίοι με το πέρασμα του χρόνου εξαντλούνται.
- Είναι εγχώριες πηγές ενέργειας και συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτησίας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο.

- Είναι γεωγραφικά διεσπαρμένες και οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος. Έτσι, δίνεται η δυνατότητα να καλύπτονται οι ενεργειακές ανάγκες σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, ανακουφίζοντας τα συστήματα υποδομής ενώ παράλληλα μειώνονται οι απώλειες μεταφοράς ενέργειας.
- Δίνουν τη δυνατότητα επιλογής της κατάλληλης μορφής ενέργειας που είναι προσαρμοσμένη στις ανάγκες του χρήστη (π.χ. ηλιακή ενέργεια για θερμότητα χαμηλών θερμοκρασιών έως αιολική ενέργεια για ηλεκτροπαραγωγή), επιτυγχάνοντας πιο ορθολογική χρησιμοποίηση των ενεργειακών πόρων.
- Έχουν συνήθως χαμηλό λειτουργικό κόστος, το οποίο επιπλέον δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας και ειδικότερα των τιμών των συμβατικών καυσίμων.
- Οι επενδύσεις των ΑΠΕ είναι εντάσεως εργασίας, δημιουργώντας πολλές θέσεις εργασίας ιδιαίτερα σε τοπικό επίπεδο.
- Μπορούν να αποτελέσουν σε πολλές περιπτώσεις πυρήνα για την αναζωογόνηση υποβαθμισμένων, οικονομικά και κοινωνικά, περιοχών και για την τοπική ανάπτυξη, με την προώθηση επενδύσεων που στηρίζονται στη συμβολή των ΑΠΕ (π.χ. καλλιέργειες θερμοκηπίου με γεωθερμική ενέργεια).
- Είναι φιλικές προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο και η αξιοποίησή τους είναι γενικά αποδεκτή από το κοινό.

1.4) ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΟΥ ΔΥΣΧΑΙΡΕΝΟΥΝ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΤΑΧΕΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥΣ

- Το διεσπαρμένο δυναμικό τους είναι δύσκολο να συγκεντρωθεί σε μεγάλα μεγέθη ισχύος ώστε να μεταφερθεί και να αποθηκευθεί.
- Έχουν χαμηλή πυκνότητα ισχύος και ενέργειας και συνεπώς για μεγάλη παραγωγή απαιτούνται συχνά εκτεταμένες εγκαταστάσεις.
- Παρουσιάζουν συχνά διακυμάνσεις στη διαθεσιμότητά τους που μπορεί να είναι μεγάλης διάρκειας απαιτώντας την εφεδρεία άλλων ενεργειακών πηγών ή γενικά δαπανηρές μεθόδους αποθήκευσης.
- Η χαμηλή διαθεσιμότητά τους συνήθως οδηγεί σε χαμηλό συντελεστή χρησιμοποίησης των εγκαταστάσεων εκμετάλλευσής τους.
- Το κόστος επένδυσης ανά μονάδα εγκατεστημένης ισχύος σε σύγκριση με τις σημερινές τιμές των συμβατικών καυσίμων παραμένει ακόμη υψηλό.

1.5)ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Η βασική πηγή ενέργειας της Γης είναι η ενέργεια που, με τη μορφή της ηλιακής ακτινοβολίας, εκπέμπεται από τον Ήλιο προς τη Γη. Έχει την ιδιότητα να διατηρεί τη θερμοκρασία της Γης, να τροφοδοτεί τις άλλες πηγές ενέργειας, όπως και διαμέσου της φωτοσύνθεσης να παρέχει την δυνατότητα ύπαρξης και διατήρησης των φυτών και κατ'έξακολουθήση των υπολοίπων ζωντανών οργανισμών.

Η ηλιακή ακτινοβολία γίνεται αισθητή και μέσω της θερμότητας και έτσι εξηγείται η χρήση της από τον άνθρωπο, από τα αρχαία χρόνια, για να καλύψει ορισμένες θερμικές ενεργειακές του ανάγκες. Στα σημερινά χρόνια η εξασφάλιση των ενεργειακών μας αναγκών και κυρίως της ηλεκτρικής ενέργειας είναι πολύ σημαντική για τη ζωή μας.

Δυστυχώς η τεράστια αύξηση των ενεργειακών εφαρμογών δημιουργεί σημαντικά προβλήματα στο περιβάλλον και την ατμόσφαιρα που περιβάλλει την Γη. Για το περιβάλλον ένα ακόμα πολύ σημαντικό πρόβλημα είναι η χρήση μεγάλων ποσοτήτων συμβατικών καυσίμων, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, όπως είναι το πετρέλαιο και ο λιγνίτης. Το πιο ανησυχητικό αποτέλεσμα της τεράστιας χρήσης των συμβατικών καυσίμων είναι η έλλειψη της διαθεσιμότητας τους με την πάροδο των ετών, πρόβλημα πολύ σοβαρό για τον πλανήτη μας, το οποίο πρέπει να αντιμετωπιστεί όσο πιο άμεσα και αποτελεσματικά μπορούμε.

Μία από τις πολλές λύσεις, που αφορά πολύ και εμάς ως ηλεκτρολόγους μηχανικούς, είναι η ανάπτυξη των τεχνολογιών εκμετάλλευσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.

Μία λύση στα περιβαλλοντικά προβλήματα είναι η εκμετάλλευση της παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος κατευθείαν από την ηλιακή ενέργεια. Το 1839, διαπιστώθηκε ότι η ηλιακή ακτινοβολία αλλάζει τις ιδιότητες κάποιων υλικών, κυρίως των ημιαγωγών. Συγκεκριμένα, όταν φωτίζονται έχουν την ιδιότητα να παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα, βάσει του φωτοβολταϊκού φαινομένου. Η διάταξη στην οποία, σε ένα κομμάτι ημιαγωγίου υλικού τοποθετηθούν δύο ηλεκτρόδια, στις άκρες των οποίων λαμβάνεται το παραγόμενο ηλεκτρικό ρεύμα, ονομάζεται φωτοβολταϊκού στοιχείο.

Το σύστημα που χρησιμοποιεί την ηλιακή ακτινοβολία για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος ονομάζεται φωτοβολταϊκό σύστημα. Κατά την δεκαετία του 1970 δημιουργήθηκε έντονα η ανάγκη αξιοποίησης άλλων πηγών ενέργειας εκτός των συμβατικών καυσίμων και ξεκίνησε η ανάπτυξη της φωτοβολταϊκής βιομηχανίας.

1.5.1) ΤΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ

Το φως, σύμφωνα με τον Maxwell, είναι ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα το οποίο λαμβάνει ο οφθαλμός ως ερέθισμα και μετατρέπεται από το μυαλό του ανθρώπου σε αίσθηση φωτός. Αργότερα, ο Planck εισηγήθηκε την σωματιδιακή φύση του φωτός και ονόμασε τα στοιχειώδη σωματίδια από τα οποία αποτελείται "quanta" φωτός. Στις ημέρες μας η επιστημονική κοινότητα αποδέχεται και τις δύο θεωρήσεις του φωτός και αναφερόμαστε στη δυαδική φύση του φωτός εννοώντας την σωματιδιακή και ηλεκτρομαγνητική του υπόσταση.

Το φως ως ακτινοβολία χαρακτηρίζεται από τη ταχύτητα διάδοσης του, η οποία στο κενό είναι ίση με $c=3 \cdot 10^8$ m/s και το μήκος λ για το οποίο ισχύει $c=\lambda \cdot f$, όπου f η συχνότητα του κύματος.

Το ηλιακό φως αποτελείται από ενεργειακά σωματίδια που ονομάζονται φωτόνια. Τα φωτόνια έχουν κοινή ταχύτητα αλλά περιέχουν διαφορετικά ποσά ενέργειας ανάλογα με το μήκος κύματος του ηλιακού φάσματος. Όταν αυτά προσπίπτουν σε ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο, υλικό με ημιαγωγικές ιδιότητες, άλλα το διαπερνούν και άλλα απορροφώνται, ανάλογα με την ενέργεια που μεταφέρουν.

Τα φωτόνια με χαμηλή ενέργεια διαπερνούν τον ημιαγωγό χωρίς καμία επίδραση ενώ τα φωτόνια με μεγάλη ενέργεια, που αντιστοιχούν σε μικρού μήκους ακτινοβολία, είναι αυτά που παράγουν το ηλεκτρικό ρεύμα.

Η ύλη αποτελείται από άτομα. Κάθε άτομο, με τη σειρά του, αποτελείται από τον πυρήνα και από τα ηλεκτρόνια που περιφέρονται γύρω από αυτόν, τοποθετημένα πάνω σε στοιβάδες. Από τα ηλεκτρόνια τα πιο απομακρυσμένα από τον πυρήνα, αυτά της εξωτερικής στοιβάδας, λέγονται ηλεκτρόνια σθένους και η αντίστοιχη στοιβάδα σθένους. Κάθε άτομο επιδιώκει να συμπληρώσει την εξωτερική του στοιβάδα με 8 ηλεκτρόνια.

Από ηλεκτρικής απόψεως τα διάφορα σώματα χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: τους αγωγούς, τους μονωτές και τους ημιαγωγούς.

Οι αγωγοί επιτρέπουν την διέλευση του ηλεκτρισμού ενώ οι μονωτές δεν την επιτρέπουν. Οι ημιαγωγοί σε κατάλληλες συνθήκες εκδηλώνουν τις ιδιότητες των άλλων δύο κατηγοριών και μπορούν να λειτουργήσουν ως αγωγοί ή ως μονωτές.

Τα φωτόνια με μεγάλη ενέργεια "υποχρεώνουν" τα ηλεκτρόνια του φωτοβολταϊκού στοιχείου να μετακινηθούν σε άλλη θέση και όπως γνωρίζουμε ο ηλεκτρισμός στην ουσία είναι κίνηση ηλεκτρονίων. Συγκεκριμένα, φωτίζοντας τον ημιαγωγό, κάποια από τα φωτόνια συγκρούονται με τα ηλεκτρόνια σθένους και μεταβιβάζουν σε αυτά όλη τους την ενέργεια. Αν, λοιπόν, φωτίσουμε έναν κρύσταλλο πυριτίου, στο εσωτερικό του θα παρατηρήσουμε κάποια ηλεκτρόνια να εγκαταλείπουν τα αντίστοιχα άτομα και να προσκολλώνται σε άλλα. Στον κρύσταλλο θα υπάρχουν άτομα με 9 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στοιβάδα, που θα είναι αρνητικά φορτισμένα, και άτομα με 7 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στοιβάδα που θα είναι θετικά φορτισμένα. Στο μεταξύ ελευθερώνονται κι άλλα ηλεκτρόνια που προσκολλώνται σε άτομα ή καταλαμβάνουν τη θέση ενός κενού δεσμού (οπή) που χάνεται. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι μια άτακτη μετακίνηση ηλεκτρονίων και οπών, η οποία όμως δεν ισοδυναμεί με ηλεκτρικό ρεύμα. Το ηλεκτρικό ρεύμα είναι η κατευθυνόμενη και προς συγκεκριμένη φορά μετακίνηση ηλεκτρονίων ή οπών. Την κατευθυνόμενη κίνηση των ηλεκτρονίων και των οπών την πετυχαίνουμε με τους ημιαγωγούς πρόσμιξης,

1.5.2) ΗΜΙΑΓΩΓΟΙ ΠΡΟΣΜΙΞΗΣ

Σε ένα μεμονωμένο άτομο, τα ηλεκτρόνια βρίσκονται γύρω από τον πυρήνα και οι ενέργειες τους είναι κβαντισμένες, μπορεί δηλαδή να έχουν μόνο μια συγκεκριμένη διακριτή τιμή E_n ($n=1,2,3,\dots$). Το γραμμικό ενεργειακό φάσμα ενός τυπικού μεμονωμένου ατόμου αποτελείται από δύο καταστάσεις: την θεμελιώδη κατάσταση, όπου τα ηλεκτρόνια συγκρατούνται από τον πυρήνα με δυνάμεις Coulomb και την ελεύθερη κατάσταση όπου τα ηλεκτρόνια είναι ελεύθερα. Οι δυο αυτές περιοχές διαχωρίζονται από μια κατάσταση μηδενικής ενέργειας E_{vacuum} . Στη θεμελιώδη κατάσταση η ενέργεια του ηλεκτρονίου είναι αρνητική σε σχέση με τη στάθμη κενού.

Οι επιτρεπόμενες ενεργειακές στάθμες είναι διακριτές, χωρίζονται μεταξύ τους από απαγορευμένες περιοχές και περιλαμβάνουν ορισμένο αριθμό ηλεκτρονικών καταστάσεων. Θεωρούμε τώρα την περίπτωση κατά την οποία N άτομα συνδέονται μεταξύ τους για το σχηματισμό ενός κρυσταλλικού στερεού.

Καθώς οι αποστάσεις μεταξύ τους μικραίνουν, οι τροχιές των ηλεκτρονίων σθένους υπερκαλύπτονται και τα ηλεκτρόνια βλέπουν τους πυρήνες των γειτονικών ατόμων. Όμως η απαγορευτική αρχή του Pauli που ορίζει ότι δυο ηλεκτρόνια ενός ατόμου δεν μπορεί να υπάρχουν στην ίδια κατάσταση, υπαγορεύει το διαχωρισμό του ενεργειακού διαγράμματος σε N το πλήθος πολύ κοντά διατεταγμένες στάθμες. Καθώς η απόσταση μεταξύ των ατόμων ελαττώνεται, άλλες εσωτερικές τροχιές αρχίζουν να υπερκαλύπτονται και οι ενεργειακές τους στάθμες χωρίζονται επίσης σε N πολύ κοντά ταξινομημένες στάθμες. Η κάθε ομάδα χωριστών ενεργειακών σταθμών ονομάζεται ενεργειακή ζώνη. Οι ζώνες διαχωρίζονται μεταξύ τους από ενεργειακά χάσματα, δηλαδή απαγορευμένες τιμές ενέργειας στις οποίες δεν μπορούν να υπάρξουν ελεύθεροι φορείς.

Σε συνθήκες $T=0^0$ Kelvin, η ζώνη που είναι πλήρης καλείται ζώνη σθένους και τα ηλεκτρόνια δεν συμμετέχουν στην αγωγιμότητα του στερεού, αφού δεν υπάρχουν διαθέσιμες ενεργειακές καταστάσεις, που μπορούν να τις καταλάβουν υπό την επίδραση εξωτερικού πεδίου. Η αμέσως επόμενη ζώνη που είναι κενή ή μερικώς πληρωμένη, είναι γνωστή ως ζώνη αγωγιμότητας. Η κορυφή της ζώνης σθένους σημειώνεται με το γράμμα E_v ενώ ο πυθμένας της ζώνης με το γράμμα E_c . Το ενεργειακό χάσμα βρίσκεται μεταξύ των δυο αυτών γραμμών, που χωρίζονται από ενέργεια E_g . Είναι δηλαδή, $E_g = E_c - E_v$.

1.5.3) ΕΞΑΡΤΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΧΑΣΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Το ενεργειακό χάσμα στους ημιαγωγούς εξαρτάται από τη θερμοκρασία. Όταν αυτή αυξάνεται το χάσμα μικραίνει. Αυτή η συμπεριφορά μπορεί να κατανοηθεί καλύτερα αν σκεφθούμε ότι, λόγω της θερμικής ενέργειας, αυξάνει το πλάτος των ατομικών ταλαντώσεων και ως εκ τούτου, αυξάνει η απόσταση μεταξύ των ατόμων. Μια αύξηση των διατομικών αποστάσεων, ελαττώνει το δυναμικό που βλέπουν τα ηλεκτρόνια του κρυσταλλικού στερεού και αυτό με τη σειρά του μικραίνει το ενεργειακό χάσμα. Επίσης, μια απευθείας διαμόρφωση των διατομικών αποστάσεων, όπως για παράδειγμα να τοποθετήσουμε τον κρύσταλλο σε σύστημα εφελκυσμού, επιφέρει ανάλογα αποτελέσματα.

1.5.4) ΜΕΤΑΛΛΑ, ΜΟΝΩΤΕΣ, ΗΜΙΑΓΩΓΟΙ

Ακόμα και αν γνωρίζουμε την ενεργειακή δομή ενός υλικού, χρειάζεται να ξέρουμε ποιες ενεργειακές στάθμες είναι κατειλημμένες και ποιες συγκεκριμένες ενεργειακές ζώνες είναι κενές, μερικώς πληρωμένες ή τελείως πληρωμένες. Οι κενές ζώνες δεν περιέχουν ηλεκτρόνια και δεν συμμετέχουν στην ηλεκτρική αγωγιμότητα του υλικού. Μερικώς πληρωμένες ζώνες περιέχουν ηλεκτρόνια και έχουν διαθέσιμες ενεργειακές στάθμες σε λίγο υψηλότερες ενέργειες. Οι ελεύθερες αυτές ενεργειακές στάθμες, επιτρέπουν στους φορείς να αποκτήσουν ενέργεια, όταν μετακινούνται υπό την επίδραση ηλεκτρικού πεδίου. Σ' αυτή την περίπτωση, τα ηλεκτρόνια συμμετέχουν στην ηλεκτρική αγωγιμότητα του υλικού. Οι τελείως πληρωμένες ζώνες περιέχουν μεγάλο αριθμό ηλεκτρονίων, αλλά δεν συμμετέχουν στην ηλεκτρική αγωγιμότητα λόγω του ότι δεν αποκτούν ενέργεια, αφού δεν υπάρχουν διαθέσιμες ενεργειακές στάθμες.

Για να βρούμε τις πλήρεις ή κενές ζώνες θα πρέπει να ξέρουμε πόσα ηλεκτρόνια τοποθετούνται σε κάθε ζώνη και πόσα είναι διαθέσιμα. Κάθε ζώνη δημιουργείται από το διαχωρισμό μιας ή περισσότερων ατομικών ενεργειακών σταθμών. Επομένως, ο ελάχιστος αριθμός σταθμών σε μια ζώνη ισούται με το διπλάσιο του αριθμού των ατόμων στο υλικό. Ο λόγος, που αναφερόμαστε στο διπλάσιο είναι ότι σε κάθε ενεργειακή στάθμη αντιστοιχούν δυο ηλεκτρόνια με αντίθετο spin. Όταν μερικά στοιχειώδη σωματίδια κινούνται μέσα σ' ένα μαγνητικό πεδίο, αποκλίνουν της πορείας τους κατά τρόπο που δηλώνει ότι έχουν τις ιδιότητες μικρών μαγνητών. Στον κλασικό κόσμο, ένα φορτισμένο σωματίδιο το οποίο περιστρέφεται έχει μαγνητικές ιδιότητες που μοιάζουν πάρα πολύ μ' αυτές που επιδεικνύουν τα στοιχειώδη σωματίδια. Έτσι περιγράφεται η συμπεριφορά των στοιχειωδών σωματιδίων με τον όρο της ιδιοστροφομής τους (spin). Για να απλοποιήσουμε περισσότερο την ανάλυση, θεωρούμε ότι μόνο τα ηλεκτρόνια σθένους παρουσιάζουν ενδιαφέρον. Τα ηλεκτρόνια, που βρίσκονται κοντά στον πυρήνα, λόγω της ισχυρής έλξης, δεν μπορούν να κινηθούν ελεύθερα στο υλικό.

Η περίπτωση των μετάλλων παρουσιάζεται σε υλικά, που έχουν άτομα με ένα ηλεκτρόνιο σθένους ανά άτομο. Αυτά τα υλικά παρουσιάζουν υψηλή αγωγιμότητα, όπως για παράδειγμα ο χαλκός, ο χρυσός και το ασήμι. Επίσης υλικά, των οποίων τα άτομα έχουν δυο ηλεκτρόνια σθένους παρουσιάζουν και αυτά υψηλή αγωγιμότητα. Στην περίπτωση των μονωτών η αγωγιμότητα του υλικού είναι μηδενική λόγω του μεγάλου ενεργειακού χάσματος. Στην περίπτωση των ημιαγωγών η πλήρης ζώνη διαχωρίζεται από την κενή ζώνη με μικρό ενεργειακό χάσμα ($\approx 1\text{eV}$), που επιτρέπει στα ηλεκτρόνια να μετακινηθούν προς την αμέσως υψηλότερη ζώνη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μια σχεδόν πλήρη ζώνη (ζώνη σθένους) κάτω από μια σχεδόν κενή ζώνη (ζώνη αγωγιμότητας).

1.5.5) ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑ ΚΑΙ ΟΠΕΣ

Η μετακίνηση των ηλεκτρονίων σθένους στη ζώνη αγωγιμότητας συνήθως γίνεται με θερμική ή οπτική διέγερση με ελάχιστο ποσό ενέργειας ίσο με το ενεργειακό χάσμα του κρυστάλλου E_g . Ένα ηλεκτρόνιο στη ζώνη αγωγιμότητας είναι ελεύθερο να κινηθεί στον κρύσταλλο και επίσης να ανταποκριθεί σε ηλεκτρικά πεδία, λόγω των κενών γειτονικών ενεργειακών ζωνών.

Όταν ένα φωτόνιο με ενέργεια $h\nu > E_g$ αλληλεπιδρά με ένα ηλεκτρόνιο στη ζώνη σθένους και απορροφάται απ' αυτό, το ηλεκτρόνιο τότε αποκτά ενέργεια ικανή για να ξεπεράσει το ενεργειακό χάσμα E_g , να φθάσει στη ζώνη αγωγιμότητας και να καταστεί ελεύθερο.

Είναι φανερό ότι κατά την μετακίνηση του ηλεκτρονίου προς τη ζώνη αγωγιμότητας, δημιουργείται μια ελεύθερη θέση στη ζώνη σθένους, που καλείται οπή. Η περιοχή γύρω από την οπή είναι θετικά φορτισμένη λόγω της αφαίρεσης ενός αρνητικού φορτίου από μια ουδέτερη, κατά τα άλλα περιοχή. Η οπή μετακινείται ελεύθερα στον κρύσταλλο λόγω του ότι ένα ηλεκτρόνιο γειτονικού δεσμού, μπορεί να καλύψει τη θέση της, δημιουργώντας έτσι μια καινούργια ελεύθερη θέση. Αυτό ισοδυναμεί με κίνηση της οπής προς την αντίθετη κατεύθυνση από αυτή του ηλεκτρονίου. Έτσι και τα ηλεκτρόνια και οι οπές με φορτία $-e$ και $+e$ αντίστοιχα, συμμετέχουν στην αγωγιμότητα του ημιαγωγού.

Όταν ένα ηλεκτρόνιο μετακινηθεί από τη ζώνη αγωγιμότητας στη ζώνη σθένους, συναντά μια οπή την οποία και καλύπτει. Το φαινόμενο καλείται επανασύνδεση και έχει ως αποτέλεσμα την εξαφάνιση του ζεύγους ηλεκτρονίου – οπής.

Σε μερικούς ημιαγωγούς, όπως Αρσενιούχο Γάλλιο GaAs και Φωσφορούχο Ίνδιο InP, το πλεονάζον ποσό ενέργειας του ηλεκτρονίου, που πέφτει από τη ζώνη αγωγιμότητας στη ζώνη σθένους, εκπέμπεται ως φωτόνιο. Στους ημιαγωγούς Πυριτίου Si και Γερμανίου Ge διαφεύγει υπό τη μορφή θερμότητας.

Ένας χημικά καθαρός ημιαγωγός δεν μπορεί να λειτουργήσει ως φωτοβολταϊκή γεννήτρια, εξαιτίας της άτακτης κίνησης των ηλεκτρονίων και των οπών στο κρυσταλλικό πλέγμα. Για παράδειγμα, παίρνουμε έναν κρύσταλλο Πυριτίου A και τον νοθεύουμε με Φωσφόρο (P) από τη δεξιά και με Βόριο (B) από την αριστερή πλευρά του. Ο φωσφόρος και το βόριο έχουν στην εξωτερική στοιβάδα 5 και 3 ηλεκτρόνια αντίστοιχα. Με την πρόσμιξη στο κρυσταλλικό πλέγμα κάποια άτομα Si αντικαθίστανται από άτομα P και B. Έτσι κάποια άτομα Si έχουν στη στοιβάδα σθένους 9 ηλεκτρόνια από την πλευρά που νοθεύσαμε με P και 7 ηλεκτρόνια από την πλευρά που νοθεύσαμε με B. Με άλλα λόγια, από την πλευρά του P έχουμε πλεονάζοντα ηλεκτρόνια στις στοιβάδες σθένους, ενώ από την πλευρά του B έχουμε ηλεκτρονικά ελλείμματα στις στοιβάδες σθένους, δηλαδή οπές. Όλος ο κρύσταλλος, όμως είναι ηλεκτρικά ουδέτερος.

Αν φωτίσουμε τον νοθευμένο κρύσταλλο, από την πλευρά του P θα ελευθερωθούν ηλεκτρόνια, τα πλεονάζοντα, τα οποία με άλματα θα κινηθούν προς την πλευρά του B, για να καταλάβουν τις οπές. Με αυτόν τον τρόπο θα διαπιστώσουμε στην περιοχή του B συσσώρευση ηλεκτρονίων, δηλαδή αρνητικών φορτίων και στην περιοχή του P συσσώρευση θετικών φορτίων.

Έτσι πια μεταξύ των δύο νοθευμένων επιφανειών θα εκδηλωθεί ηλεκτρική τάση. Ο νοθευμένος κρύσταλλος του Si λειτουργεί ως ηλεκτρική πηγή με το θετικό πόλο από την πλευρά του P και αρνητικό από την πλευρά του B. Η σύνδεση των ακροδεκτών μιας λάμπας με τις δύο νοθευμένες περιοχές του κρυσταλλικού Si, θα συνοδεύεται από κατευθυνόμενη μετακίνηση ηλεκτρονίων (από τη θετικά στην αρνητικά φορτισμένη πλευρά) δηλαδή από ηλεκτρικό ρεύμα.

Έτσι παράγεται το ηλεκτρικό ρεύμα με τη χρήση ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου. Όσο εξακολουθεί να προσπίπτει σε αυτό ηλιακή ακτινοβολία, νέα ηλεκτρόνια ελευθερώνονται από την κατάσταση ηρεμίας τους, συνεχίζοντας την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.

Ακόμα και κατά τις περιόδους συννεφιάς, ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο εξακολουθεί να παράγει ηλεκτρική ενέργεια, έχοντας όμως κατά πολύ μειωμένη απόδοση.

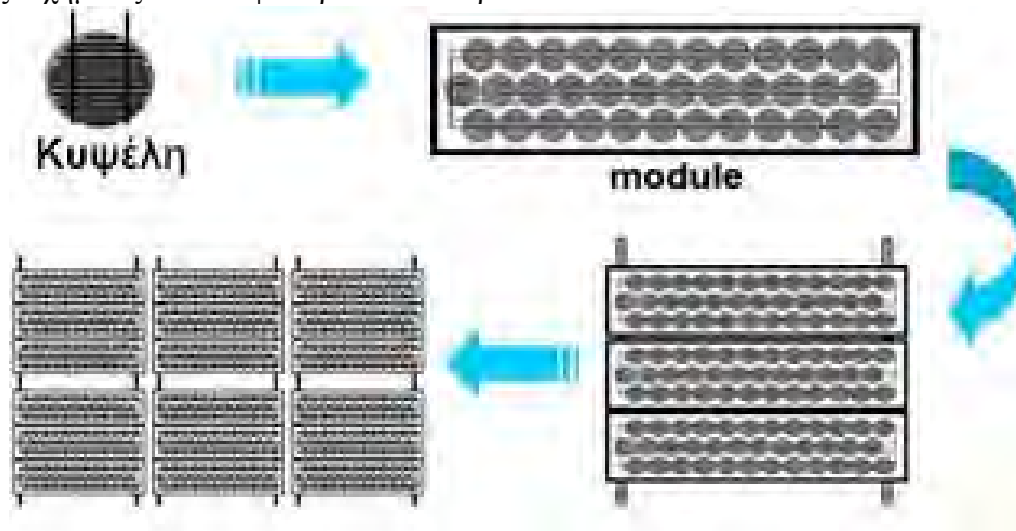
1.6) ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Επειδή ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο παράγει περιορισμένη ενέργεια, για να παράγουμε περισσότερη ενέργεια συνδέουμε πολλά φωτοβολταϊκά στοιχεία μαζί, ηλεκτρονικά, σχηματίζοντας μία φωτοβολταϊκή γεννήτρια.

Για λόγους μηχανικής αντοχής και ευχρηστίας, τα φωτοβολταϊκά στοιχεία έχουν ενσωματωμένα στο περίγραμμά τους μεταλλικά ελάσματα ανοδιωμένου αλουμινίου και για λόγους προστασίας είναι αεροστεγώς και υδατοστεγώς κλεισμένα σε ειδικό τζάμι με ειδικά μονωμένα πλαστικά. Το άθροισμα της ισχύος των φωτοβολταϊκών στοιχείων που αποτελούν μία φωτοβολταϊκή γεννήτρια ισούται με τη συνολική ηλεκτρική ισχύ της γεννήτριας.

Πολλές φωτοβολταϊκές γεννήτριες όταν συνδεθούν παράλληλα μεταξύ τους σχηματίζουν μία φωτοβολταϊκή συστοιχία.

Όταν αναφερόμαστε σε εγκαταστάσεις παραγωγής μέσης ή μεγάλης ποσότητας ηλεκτρικής ισχύος απαιτείται η χρήση πολλών φωτοβολταϊκών συστοιχιών που όλες μαζί σχηματίζουν ένα φωτοβολταϊκό πάρκο.



Οι συστοιχίες διατάσσονται στο χώρο ώστε να μην προκαλούνται προβλήματα σκίασης μεταξύ των διαφορετικών σειρών των φωτοβολταϊκών γεννητριών. Εάν κατά τις ώρες που η ηλιακή ακτινοβολία λαμβάνει μεγάλες τιμές τα φωτοβολταϊκά πλαίσια σκιάζαν το ένα το άλλο θα υπήρχε μεγάλη πτώση στην απόδοση του συστήματος. Έτσι λοιπόν οι φωτοβολταϊκές γεννήτριες πρέπει να τοποθετηθούν σε παράλληλες σειρές με νότιο προσανατολισμό και σε απόσταση μεταξύ τους τέτοια ώστε να περιορίζεται η σκίαση στις πολύ πρώτες πρωινές ή τελευταίες απογευματινές ώρες. Η σκίαση λοιπόν που δημιουργείται μεγαλώνει όσο αυξάνει η γωνία τοποθέτησης των πλαισίων. Το χειμώνα το φαινόμενο σκίασης των φωτοβολταϊκών πλαισίων αυξάνεται αφού ο ήλιος βρίσκεται χαμηλότερα στον ορίζοντα με αποτέλεσμα η σκιά του κάθε πλαισίου να εκτείνεται περισσότερο στο μήκος του χώρου.

Οι φωτοβολταϊκές γεννήτριες παράγουν πάντα ηλεκτρικό ρεύμα συνεχούς τάσης, το οποίο είτε χρησιμοποιείται κατευθείαν είτε μετατρέπεται σε ηλεκτρικό ρεύμα εναλλασσόμενης τάσης. Ο συνδυασμός των γεννητριών με άλλες κύριες ή βοηθητικές ηλεκτρονικές συσκευές ονομάζεται φωτοβολταϊκό σύστημα.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε αυτά που έχουν κάποια αποθηκευτική διάταξη ενέργειας (συνήθως μπαταρίες) και σε αυτά που είναι άμεσα συνδεδεμένα μόνο με τα φορτία που τροφοδοτούν χωρίς αποθηκευτική διάταξη, έτσι χωρίζονται σε αυτόνομα και διασυνδεδεμένα αντίστοιχα.

Ευρωπαϊκή αγορά φωτοβολταϊκών 2010					
Συνολική εγκατεστημένη ισχύς (διασυνδεδεμένα & αυτόνομα συστήματα) ανά χώρα (σε MWp)					
	2009	2010		2009	2010
Γερμανία	9.959	17.370	Βουλγαρία	5,7	17,2
Ισπανία	3.438	3.808	Σουηδία	8,7	10,1
Ιταλία	1.157	3.478	Φινλανδία	7,7	9,7
Τσεχία	465,9	1.953	Δανία	4,6	7,1
Γαλλία	335	1.054	Κύπρος	3,3	6,3
Βέλγιο	574	787	Ρουμανία	0,6	1,9
Ελλάδα	55	205,4	Πολωνία	1,4	1,8
Σλοβακία	0,2	143,8	Ουγγαρία	0,7	1,8
Πορτογαλία	102,2	130,8	Μάλτα	1,5	1,7
Αυστρία	52,6	102,6	Ιρλανδία	0,6	0,6
Ολλανδία	67,5	96,9	Λιθουανία	0,1	0,1
Βρετανία	29,6	74,8	Εσθονία	0,1	0,1
Σλοβενία	9	36,3	Λετονία	0	0
Λουξεμβούργο	26,3	27,3	ΕΕ27	16.304	29.328

Πηγή: Photovoltaic Barometer, EUROBSERVER, Μάιος 2011

1.6.1) ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Το διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα είναι ένα φωτοβολταϊκό σύστημα παραγωγής το οποίο διοχετεύει άμεσα την παραγόμενη ενέργεια σε φορτία, σε δίκτυο (ΔΕΗ) ή και στα δύο. Έτσι, ο παραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο μπορεί να καταναλώσει μέρος της παραγωγής ηλεκτρισμού και να πωλήσει στη ΔΕΗ το υπόλοιπο, έναντι προσυμφωνημένης τιμής για να βγάλει κέρδος. Στο διασυνδεδεμένο σύστημα δεν απαιτούνται μπαταρίες αφού το ρεύμα διοχετεύεται ("αποθηκεύεται") στο δίκτυο της ΔΕΗ με αποτέλεσμα το κόστος ενός διασυνδεδεμένου φωτοβολταϊκού συστήματος να είναι σημαντικά χαμηλότερο από το κόστος ενός αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος που απαιτεί τη χρήση ακριβών συσσωρευτών.

1.6.2) ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΡΗ ΤΟΥ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟΥ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Τα βασικά μέρη ενός διασυνδεδεμένου φωτοβολταϊκού συστήματος είναι:

- Οι φωτοβολταϊκές γεννήτριες
- ο αντιστροφέας
- το σύστημα στήριξης φ/β πλαισίων

1.6.2.1) ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΕΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ

Οι φωτοβολταϊκές γεννήτριες έχουν την ιδιότητα να μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία απευθείας σε ηλεκτρικό ρεύμα συνεχούς τάσης. Όπως αναφέραμε παραπάνω μετατρέπουν οι από πυρίτιο κατασκευασμένες φωτοβολταϊκές κυψέλες το ηλιακό φως σε ηλεκτρική ενέργεια.

Οι φωτοβολταϊκές γεννήτριες(modules) ποικίλουν σε διαστάσεις και ονομαστικές τιμές ισχύος. Μία φωτοβολταϊκή γεννήτρια αποτελείται από πολλές φωτοβολταϊκές κυψέλες(cells).

Στις φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις συνδέονται πολλές φωτοβολταϊκές γεννήτριες μεταξύ τους σε σειρά δημιουργώντας φωτοβολταϊκές συστοιχίες(strings), οι οποίες μπορεί να περιλαμβάνουν από 2 έως και αρκετές εκατοντάδες φωτοβολταϊκές γεννήτριες.

Ανάλογα με τον τύπο του χρησιμοποιούμενου πυριτίου, οι φωτοβολταϊκές γεννήτριες χωρίζονται κυρίως σε μονοκρυσταλλικές, πολυκρυσταλλικές, άμορφου πυριτίου και λεπτού υμενίου, που οι τελευταίες χωρίζονται σε αρσενικούχου γαλλίου, αρσενικούχου ινδίουχου χαλκού και τελουριούχου καδμίου.

Ονομαστικές συνθήκες

Η ισχύς των Φ/Β panels, δίνεται σαν μέγιστη ισχύς από τους κατασκευαστές σε κάποιες συνθήκες οι οποίες ονομάζονται «τυποποιημένες συνθήκες ελέγχου» (standard testing conditions, STC) Αυτές είναι:

- Θερμοκρασία κυψέλης: 25°C
- Ηλιακή ακτινοβολία στο επίπεδο του πλαισίου: 1000 W/m²
- AM =1.5(Αντιστοιχεί σε φάσμα ηλιακής ακτινοβολίας όταν ο ήλιος είναι 45°C επάνω από τον ορίζοντα. Όταν ο ήλιος είναι στο μέγιστο σημείο του έχουμε AM=1).

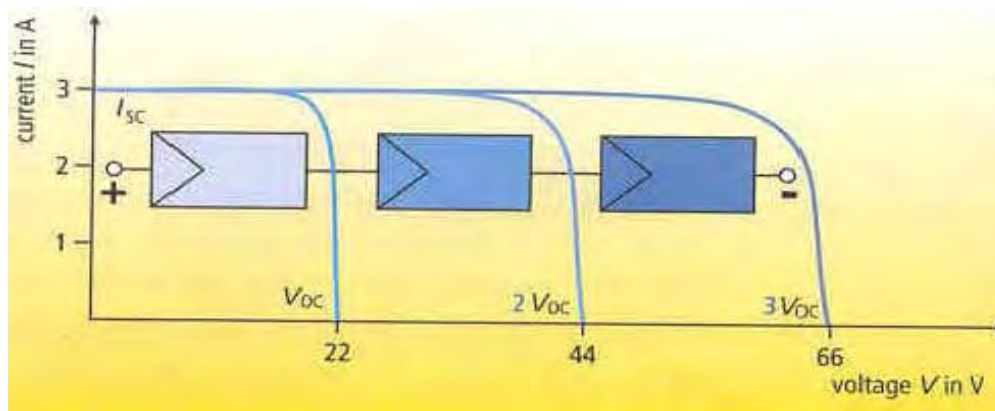
Απώλειες Γεννητριών:

- Θερμικές απώλειες
- Απώλειες κακού συνδυασμού
- Απώλειες λόγω ρύπανσης των πλαισίων
- Απώλειες λόγω κακής ποιότητας του πλαισίου
- Ωμικές απώλειες καλωδίωσης
- Απώλειες λόγω των διόδων προστασίας
- Απώλειες αντανάκλασης λόγω του “τροποποιητή της γωνίας πρόσπτωσης”
- Απώλειες γήρανσης

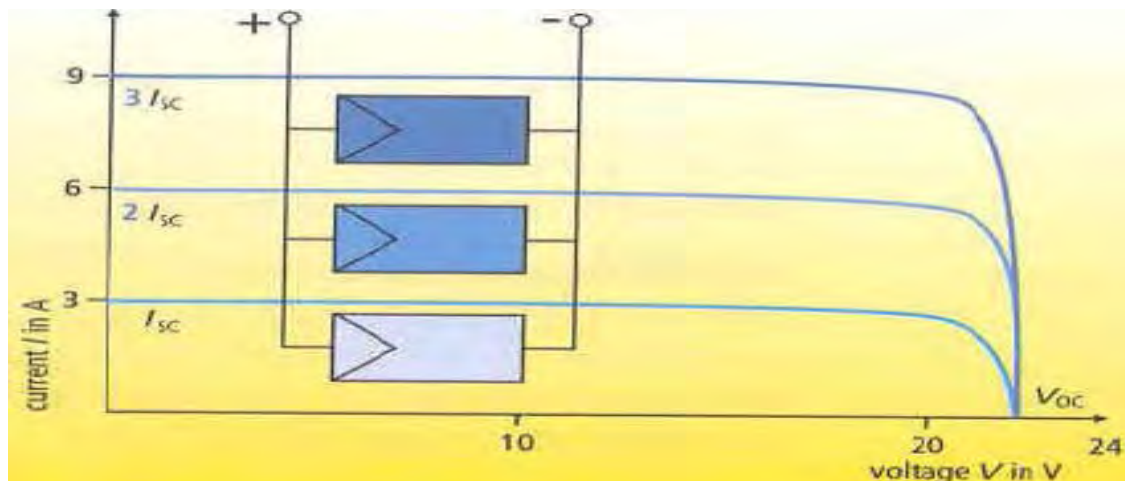
Το μέγιστο των απωλειών αφορούν οι θερμικές απώλειες.

Συνδέσεις των πλαισίων

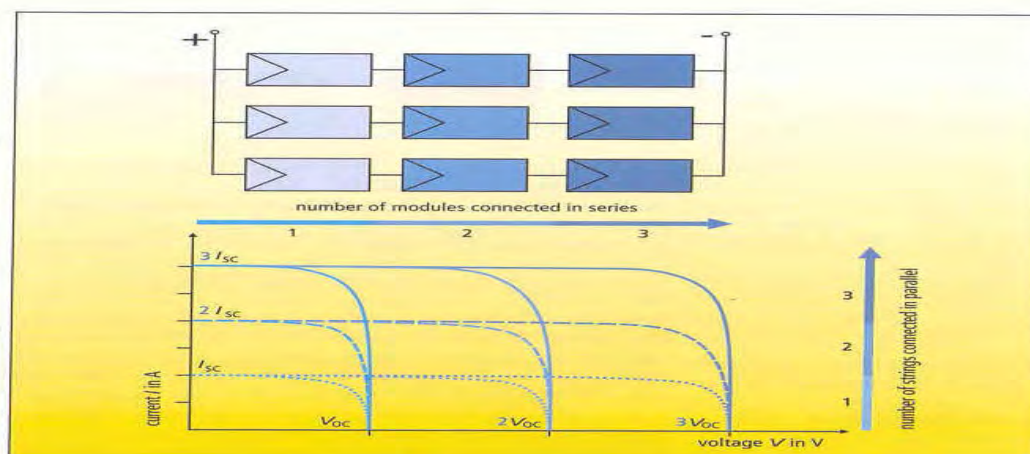
α) Σε σειρά



β) Παράλληλα

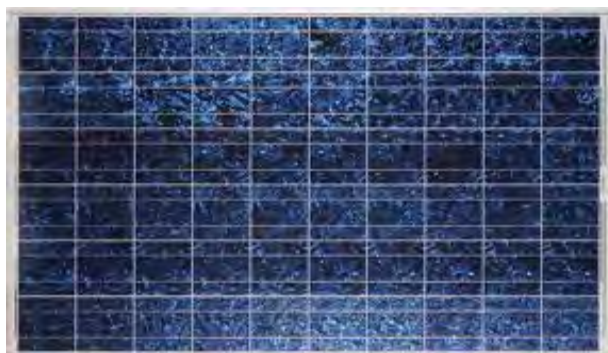


γ) Συνδυασμός α) και β)



i) Μονοκρυσταλλικές γεννήτριες (Monocrystalline Silicon, mc-Si)

Αποτελούνται από μονοκρυσταλλικές κυψέλες, οι οποίες παράγονται από δισκία μονοκρυσταλλικού πυριτίου, γνωστά ως wafers. Το πάχος τους είναι γύρω στα 0,3 χιλιοστά. Η απόδοση τους στην βιομηχανία κυμαίνεται από 15 - 18% για το πλαίσιο. Στο εργαστήριο έχουν επιτευχθεί ακόμα μεγαλύτερες αποδόσεις έως και 24,7%. Έχουν τον υψηλότερο βαθμό απόδοσης από όλες τις φωτοβολταϊκές γεννήτριες και χρησιμοποιήθηκαν ήδη κατά τις διαστημικές αποστολές. Ένα άλλο χαρακτηριστικό είναι το υψηλό κόστος κατασκευής. Βασικές τεχνολογίες παραγωγής είναι η μέθοδος CZ (Czochralski) καθώς και η μέθοδος FZ (floatzone) και οι δύο πάντως βασίζονται στην ανάπτυξη ράβδου πυριτίου.



ii) Πολυκρυσταλλικές γεννήτριες (Polycrystalline Silicon, mc-Si)

Παράγονται από δισκία πολυκρυσταλλικού (χυτού) πυριτίου. Το πάχος τους είναι επίσης περίπου 0,3 χιλιοστά. Οπτικά μπορεί κανείς να παρατηρήσει τις επιμέρους μονοκρυσταλλικές περιοχές. Όσο μεγαλύτερες είναι σε έκταση οι μονοκρυσταλλικές περιοχές τόσο μεγαλύτερη είναι και η απόδοση των πολυκρυσταλλικών στοιχείων. Ο βαθμός απόδοσης αυτών των γεννητριών είναι χαμηλότερος από ότι των μονοκρυσταλλικών και φτάνει το 15% της εκπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Το πλεονέκτημα αυτού του τύπου έγκειται στην ιδιαίτερα καλή σχέση τιμής-απόδοσης. Οι πολυκρυσταλλικές γεννήτριες είναι σχετικά φθηνότερες στην κατασκευή τους. Βασικότερες τεχνολογίες παραγωγής είναι η ανάπτυξη φύλλων πολυκρυσταλλικού υλικού και η μέθοδος εναπόθεσης.



iii) Άμορφου πυριτίου (Amorphous Silicon, a-Si)

Η λέξη άμορφο προέρχεται από τον τυχαίο τρόπο με τον οποίο είναι διατεταγμένα τα άτομα του πυριτίου. Αυτές οι γεννήτριες κατασκευάζονται από άμορφο, μη κρυσταλλικό πυρίτιο και έχουν χαμηλό κόστος κατασκευής στην παραγωγή τους. Ο βαθμός απόδοσης είναι μικρός (5-9%) αλλά ο τύπος αυτός των φωτοβολταϊκών γεννητριών προσφέρει πλεονεκτήματα σε συνθήκες με λίγο ή διάχυτο φως ή ακόμα και σε υψηλές θερμοκρασίες.

iv) Γεννήτριες λεπτού υμενίου (thinfilm)

Νέος τύπος Φ/Β από υλικά όπως Ίνδιο, Κάδμιο, Τελλούριο, Αρσενικούχο Γάλλιο κ.α. Διαφέρουν στον τρόπο κατασκευής από τις κρυσταλλικές και είναι σημαντικά οικονομικότερες στην παραγωγή τους.



α) Αρσενικούχο γάλλιο (GaAs)

Το Γάλλιο είναι ένα παραπροϊόν της ρευστοποίησης άλλων μετάλλων όπως το αλουμίνιο και ο ψευδάργυρος. Είναι πιο σπάνιο ακόμα και από τον χρυσό. Το Αρσένιο δεν είναι σπάνιο αλλά έχει το μειονέκτημα ότι είναι δηλητηριώδες. Το αρσενικούχο γάλλιο έχει ενεργειακό διάκενο 1,43eV που είναι ιδανικό για την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας. Η απόδοση του στην μορφή πολλαπλών συνενώσεων (multijunction) είναι η υψηλότερη που έχει επιτευχθεί και αγγίζει το 29%. Επίσης είναι εξαιρετικά ανθεκτικό στις υψηλές θερμοκρασίες γεγονός που επιβάλλει σχεδόν την χρήση του σε εφαρμογές ηλιακών concentrators. Ένα ακόμα πλεονέκτημα είναι το γεγονός ότι αντέχει σε πολύ υψηλές ποσότητες ηλιακής ακτινοβολίας, για αυτό αλλά και λόγω της πολύ υψηλής απόδοσης του ενδείκνυται για διαστημικές εφαρμογές. Το μεγαλύτερο μειονέκτημα αυτής της τεχνολογίας είναι το υπερβολικό κόστος του μονοκρυσταλλικού GaAs υποστρώματος (πενταπλάσιο του κρυσταλλικού πυριτίου)

β) Δισεληνιούχος Ινδιούχος Χαλκός(CuInSe₂ ή CIS με προσθήκη γάλλιου CIGS)

Οι γεννήτριες αυτές δεν εμφανίζουν βαθμιαία πτώση της απόδοσης όπως το άμορφο πυρίτιο ενώ ο βαθμός απόδοσής τους φτάνει έως το 10%. Ο Δισεληνοϊνδιούχος Χαλκός έχει εξαιρετική απορροφητικότητα στο προσπίπτων φως. Με την πρόσμιξη γάλλιου η απόδοση του μπορεί να αυξηθεί ακόμα περισσότερο. Το πρόβλημα που υπάρχει είναι ότι το ίνδιο υπάρχει σε περιορισμένες ποσότητες στην φύση και η πολυπλοκότητα του υλικού, που απαιτεί αυξημένα μέτρα προστασίας κατά την παραγωγική του διαδικασία, έχουν σαν αποτέλεσμα την περιορισμένη εμπορική παραγωγή μέχρι σήμερα.

γ)Τελλουριούχο Κάδμιο(CdTe)

Το Τελλουριούχο Κάδμιο έχει ενεργειακό διάκενο γύρω στο 1eV το οποίο είναι πολύ κοντά στο ηλιακό φάσμα κάτι που του δίνει σοβαρά πλεονεκτήματα όπως την δυνατότητα να απορροφά το 99% της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Ο βαθμός απόδοσης αυτών των γεννητριών κυμαίνεται από 6% έως 13% και έχουν χαμηλό κόστος παραγωγής. Τα αυξημένα μέτρα προστασίας κατά την παραγωγική του διαδικασία και η έλλειψη του Τελλούριου όμως το καθιστούν σαν ένα προϊόν με περιορισμένη εμπορική παραγωγή μέχρι σήμερα. . Σημαντικότερη χρήση του είναι η ενθυλάκωση του στο γυαλί ως δομικό υλικό.

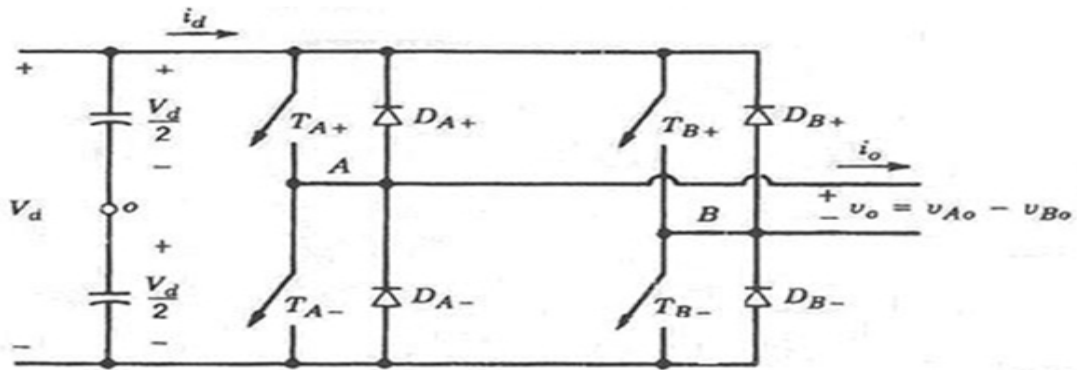
1.6.2.2) ANΤΙΣΤΡΟΦΕΑΣ

Ο αντιστροφέας είναι ένα ηλεκτρικό κύκλωμα που μετατρέπει τη συνεχή τάση σε εναλλασσόμενη. Ο αντιστροφέας είναι δυνατόν να υπάρχει ως αυτόνομη ηλεκτρονική συσκευή, ή ως βαθμίδα άλλης ηλεκτρονικής συσκευής. Ως αυτόνομη συσκευή, χρησιμοποιείται σε εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων, και όπου αλλού χρειάζεται να μετατρέψουμε συνεχή τάση (από λίγα Volts μέχρι εκατοντάδες) σε εναλλασσόμενη 220/230,380/400 V και $f=50/60$ Hz (μονοφασικό ή τριφασικό, ανάλογα με τις απαιτήσεις).

Όσον αφορά την τεχνολογία κατασκευής αντιστροφέων αυτόνομων συστημάτων, η κυριότερη διάκριση είναι ανάμεσα σε αντιστροφείς "καθαρού ημιτόνου" και "τροποποιημένου ημιτόνου". Οι μετατροπείς καθαρού ημιτόνου έχουν υψηλότερο κόστος αλλά επιτυγχάνουν υψηλότερο βαθμό απόδοσης, είναι συμβατοί με όλες τις συσκευές και έχουν γενικά μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.

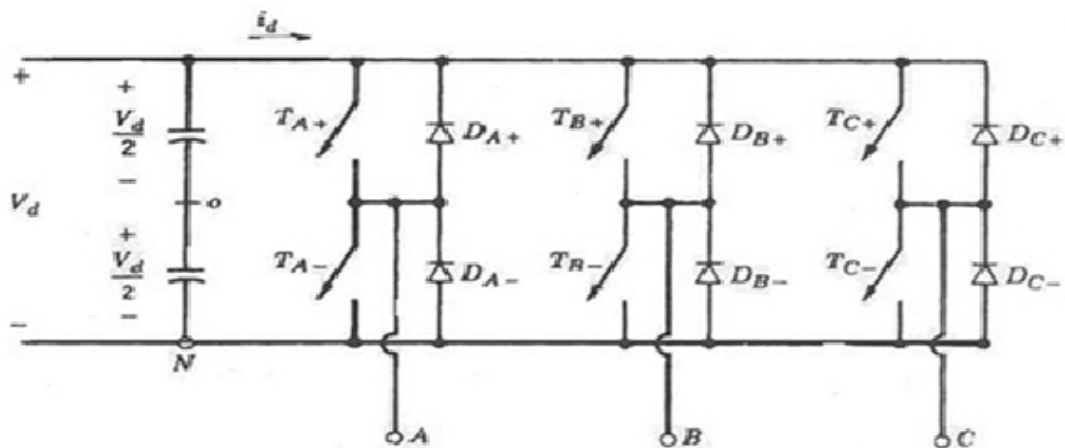
Σε αντίθεση με τους αντιστροφείς που προορίζονται μόνο για αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα, αυτοί που προορίζονται για παράλληλη λειτουργία πρέπει να ανταποκρίνονται τόσο στα χαρακτηριστικά του δικτύου όσο και στην απόδοση της φ/β γεννήτριας εξίσου καλά. Καθώς το ρεύμα από τις συστοιχίες ρέει μέσα από τον αντιστροφέα, τα χαρακτηριστικά του ουσιαστικά επηρεάζουν τη συμπεριφορά και την λειτουργία του φωτοβολταϊκού συστήματος.

Ένας κοινός τύπος αντιστροφέα είναι με πλήρη γέφυρα (μονοφασικός).



Τριφασικός Αναστροφέας

Οι τριφασικοί αναστροφέες χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές μέσης και υψηλής ισχύος. Σκοπός τους είναι να παρέχουν μια τριφασική πηγή τάσης ή έντασης, όπου το πλάτος, η φάση και η συχνότητα να είναι ανά πάσα στιγμή ελεγχόμενα. Επιπλέον, σε τριφασικές εφαρμογές χρησιμοποιούνται συνήθως οι τριφασικοί αναστροφέες, αφού η τροφοδοσία ενός τριφασικού φορτίου μέσω τριών ξεχωριστών μονοφασικών αναστροφέων είναι περίπλοκη. Το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο κύκλωμα τριφασικού αναστροφέα αποτελείται από τρία σκέλη, ένα για κάθε φάση.



Στον συνδυασμό Φ/Β γεννήτριας και αντιστροφέα πρέπει να προσέξουμε η τάση στα άκρα της σειράς των στοιχείων Φ/Β γεννητριών(modules string)που συνδέονται στον αντιστροφέα να πλησιάζει κατά το δυνατό στα υψηλότερα όρια του εύρους λειτουργίας του αναστροφέα. Με τον τρόπο αυτό πετυχαίνουμε καλύτερη απόδοση του συστήματος λαμβάνοντας υπ'όψιν ότι η χαμηλότερη ακτινοβολία δημιουργεί χαμηλότερη τάση στα Φ/Β πλαίσια.

Μειωμένη όμως η τάση στα άκρα των strings κάτω από ένα κρίσιμο όριο, χαρακτηριστικό για κάθε αναστροφέα, αυτός τίθεται εκτός λειτουργίας. Έτσι λοιπόν όσο πιο μεγάλη είναι η τάση λειτουργίας έπειτα από την ομαδοποίηση, τόσο πιο χαμηλή θα είναι η κρίσιμη ακτινοβολία που θα θέτει εκτός λειτουργίας τον αναστροφέα.

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά τους είναι:

- DC τάση εισόδου
- Τάση MPP
- DC ρεύμα εισόδου
- AC τάση και συχνότητα
- Ονομαστική και μέγιστη ισχύς
- Βαθμός απόδοσης
- Συστήματα προστασίας
- Προστασία έναντι της νησιδοποίησης
- Ισχύς αντιστροφέα μεταξύ $0,7P_v < P_{in_dc} < 1,2P_v$

Τέλος θα πρέπει να διαθέτουν κατ' ελάχιστο 5ετή εγγύηση προϊόντος με δυνατότητα επέκτασης μέχρι 20 χρόνια.

Στοιχεία που ζητάει η ΔΕΗ για τους αντιστροφείς:

- 1.Κατασκευαστής, προέλευση
- 2.Τύπος -Μοντέλο
- 3.Ονομαστική ισχύς εξόδου
- 4.Μέγιστη ισχύς εξόδου
- 5.Μέγιστος βαθμός απόδοσης
- 6.Συντελεστής ισχύος
- 7.Διακύμανση τάσης εξόδου (προεπιλεγμένη και δυνατό εύρος ρύθμισης)
- 8.Διακύμανση συχνότητας εξόδου (προεπιλεγμένη και δυνατό εύρος ρύθμισης)
- 9.Ολική αρμονική παραμόρφωση ρεύματος (THD)
- 10.Έγχυση DC
- 11.Μετασχηματιστής απομόνωσης
- 12.Προστασία έναντι του φαινομένου της νησιδοποίησης(islanding) κατά VDE0126 ή ισοδύναμης μεθόδου
- 13.Πλήρης περιγραφή τρόπου προστασίας
- 14.Πιστοποιήσεις

1.6.2.3) ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΤΗΡΙΞΗΣ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ

Η εγκατάσταση των Φ/Β πλαισίων μπορεί να γίνει σε σταθερές ή κινητές μεταλλικές βάσεις από γαλβανισμένο-εν-θερμό χάλυβα ή από προφίλ κράματος αλουμινίου, έπειτα από αντίστοιχη εδαφοτεχνική μελέτη. Για την μελέτη των συστημάτων στήριξης πρέπει να θεωρηθούν τα μόνιμα φορτία, οι θερμοκρασιακές μεταβολές, το φορτίο χιονιού και το φορτίο ανέμου σύμφωνα με τις διατάξεις των ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΩΝ 1, 3 (βάσεις από χάλυβα) και 9 (βάσεις από αλουμίνιο). Επιπλέον πρέπει να ληφθούν υπόψη τα δυναμικά φορτία όπως προκύπτουν βάση του φάσματος σχεδιασμού του ισχύοντος Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού 2000 (ΕΑΚ-2000) με τις συμπληρώσεις του 2003.

Επίσης θα πρέπει στη φάση του σχεδιασμού και της εγκατάστασης των συστημάτων στήριξης και των Φ/Β Πλαισίων να ληφθεί μέριμνα για τη συμβατότητα των διαφόρων υλικών του εξοπλισμού (Φ/Β Πλαίσια, συστήματα στήριξης, μηχανικές συνδέσεις μεταξύ τους, κλπ) ώστε να μην εμφανίζονται ηλεκτροχημικές διαβρώσεις καθώς και για τη χρήση κατάλληλων υλικών, όπου αυτό είναι απαραίτητο, για την αποφυγή τέτοιων προβλημάτων (χρήση παρεμβύσματος EPDM, χρήση διμεταλλικών επαφών, κατάλληλες βίδες, κλπ).

Η πάκτωση των συστημάτων στήριξης μπορεί να γίνει είτε με την μέθοδο της πασσαλόμπτυξης, είτε μετόμπτυξης, είτε με κατάλληλες γεώβιδες, σε τέτοιο βάθος ώστε να διασφαλίζεται η στατική επάρκεια. Στην περίπτωση που το έδαφος δεν είναι κατάλληλο για την έμπτυξη πασσάλων, η αγκύρωση μπορεί γίνει με τη βοήθεια αντίβαρων οπλισμένου σκυροδέματος και ειδικών χημικών βυσμάτων αφού προηγηθεί σχετική εδαφοτεχνική μελέτη.

Η απόσταση του κάτω μέρους κάθε συστοιχίας Φ/Β πλαισίων από το έδαφος μπορεί να είναι τουλάχιστον 50 εκ. Το σύστημα στήριξης πρέπει να έχει την απαραίτητη κλίση (περίπου 25ο - 30ο) σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο ώστε οι συστοιχίες να εκμεταλλεύονται την ηλιακή ακτινοβολία όσο το δυνατόν καλύτερα, ενώ θα είναι στραμμένες προς το Νότο.

Η στήριξη του παρελκόμενου εξοπλισμού (inverter, πινάκων κτλ) μπορεί να γίνει στο φέροντα οργανισμό του σκελετού.

Τα συστήματα στήριξης πρέπει να συνοδεύονται από:

- Μελέτη στατικής επάρκειας σύμφωνα με τους Ευρωκώδικες μεταλλικών κατασκευών και αντίστοιχη εγγύηση.
- Εγγύηση έναντι διάβρωσης κατ' ελάχιστο για 20 έτη

1.6.3) ΑΥΤΟΝΟΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΤΑ ΜΕΡΗ ΤΟΥ

Ένα αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα είναι μια μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας φωτοβολταϊκών γεννητριών. Το αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα διαθέτει ότι και το διασυνδεδεμένο, συν όμως και μια διάταξη αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας. Η ύπαρξη της διάταξης αποθήκευσης έχει σαν αποτέλεσμα το σύστημα να απαιτεί και μία παραπάνω διάταξη, τον ηλεκτρονικό ρυθμιστή φόρτισης.

1.6.3.1) ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η διάταξη αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας συνήθως είναι μία μπαταρία. Οι μπαταρίες είναι απαραίτητες σε ένα (αυτόνομο) φωτοβολταϊκό σύστημα για να αποθηκεύει την ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται στα Φ/Β πλαίσια και να την αποδίδει στον καταναλωτή, κατά τα χρονικά διαστήματα που δεν υπάρχει ηλιακή ακτινοβολία ή απαιτείται μεγαλύτερο φορτίο. Οι μπαταρίες κατά την λειτουργία τους παράγουν κατά κανόνα υδρογόνο και για αυτό απαιτείται ξεχωριστός καλά εξαεριζόμενος χώρος. Η συνολική χωρητικότητα των μπαταριών δεν μεταβάλλεται.

Διαχωρίζονται σε :

i) Μπαταρίες ανοικτού τύπου : Νέα σειρά πανίσχυρων μπαταριών βαθιάς εκφόρτισης με σωληνωτές θετικές πλάκες για εκφορτίσεις μέχρι και 80% χωρίς κανένα κίνδυνο καταστροφής. Παρουσιάζουν μέγιστη διάρκεια ζωής και αντοχή σε φόρτιση και καθημερινή βαριά χρήση.

Με τις μπαταρίες βαθιάς εκφόρτισης μπορείτε να καλύψετε τις ανάγκες σας σε δύσκολες, απαιτητικές και βιομηχανικές εφαρμογές όπως σε ηλεκτροκίνητα οχήματα, αναπηρικά αμαξίδια, ηλεκτρικές βιομηχανικές σκούπες, σκάφη, πλοία, φωτοβολταϊκές εφαρμογές και γενικά όπου απαιτείται βαριά χρήση σε συνδυασμό με βαθιά εκφόρτιση.

ii) Μπαταρίες κλειστού τύπου : Δεν χρειάζονται καθόλου συντήρηση και παρουσιάζουν μεγάλη διάρκεια ζωής. Ιδανικές για μικρά αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα.

1.6.3.2) ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΣ ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ

Ο ηλεκτρονικός ρυθμιστής φόρτισης χρησιμεύει ως προστασία για τις μπαταρίες από υπερφόρτιση όσο και από εκφόρτιση. Ο ρυθμιστής φόρτισης είναι από τα πιο σημαντικά μέρη ενός αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος. Ο ρυθμιστής φόρτισης (Charger regulator) είναι μια ηλεκτρονική βαθμίδα που εξασφαλίζει τη σωστή και ομαλή φόρτιση των μπαταριών(συσσωρευτών) ενός φωτοβολταϊκού συστήματος.

Οι ρυθμιστές φόρτισης ελέγχουν τη διαδικασία φόρτισης και διακόπτουν τη φόρτιση όταν οι μπαταρίες των φωτοβολταϊκών έχουν κορεστεί ηλεκτρικά δηλαδή έχουν φορτιστεί πλήρως. Σε περίπτωση που θα συνέχιζε η διαδικασία της φόρτισης ακόμη και όταν ήταν πλήρως φορτισμένες οι μπαταρίες θα δημιουργείτο κίνδυνος να καταστραφούν τα πλέγματα των μπαταριών. Οι μπαταρίες κατά την διάρκεια της λειτουργίας τους αποφορτίζονται ακόμα κι αν δεν τροφοδοτούν με ηλεκτρική ενέργεια τις συσκευές.

Ο ρυθμιστής φόρτισης ή οι ρυθμιστές φόρτισης ενεργοποιούνται και επανεκκινούν την διαδικασία φόρτισης των μπαταριών όταν η τάση τους είναι χαμηλότερη από τα επίπεδα της πλήρους φόρτισης. Ορισμένοι ρυθμιστές φόρτισης διαθέτουν έξοδο για απευθείας τροφοδοσία μέσω της οποίας συνδέονται ηλεκτρονικές συσκευές ή οικονομικοί λαμπτήρες που λειτουργούν με dc τάση. Με αυτόν τον τρόπο παρέχεται η δυνατότητα διακοπής της λειτουργίας ηλεκτρονικών συσκευών όταν οι μπαταρίες πλησιάζουν στο όριο της πλήρους αποφόρτισης προστατεύοντας τις από φθορά είτε ολική καταστροφή των πλεγμάτων-στοιχείων τους.

1.6.4) ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ-ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Τα βασικά πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών συστημάτων, τα οποία τα ξεχωρίζουν από τις συμβατικές πηγές ενέργειας, αλλά ακόμα και από τις άλλες τεχνολογίες εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, είναι:

- Έχουν μηδενικό κόστος λειτουργίας, διότι δεν καταναλώνουν πρώτη ύλη.
- Μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία απευθείας σε ηλεκτρική ενέργεια.
- Δεν παράγουν υποπροϊόντα και δε μολύνουν το περιβάλλον, αλλά βρίσκονται σε πλήρη αρμονία με το οικοσύστημα. Επίσης, δεν προκαλούν ηχορύπανση, αφού η λειτουργία τους είναι εντελώς αθόρυβη.

- Είναι εύχρηστα.
- Δεν προσβάλλουν αισθητικά το περιβάλλον και μπορούν εύκολα να εγκατασταθούν μέσα σε πόλεις.
- Μπορούν να ενσωματωθούν στην αρχιτεκτονική του κτιρίου και να χρησιμοποιηθούν ακόμα και ως δομικά στοιχεία, μειώνοντας έτσι το κόστος κατασκευής μιας εγκατάστασης.
- Μπορούν να συνδυαστούν με άλλες πηγές ενέργειας, π.χ. με ένα αιολικό πάρκο, σε υβριδικά συστήματα.
- Επεκτείνονται εύκολα και ανά πάσα στιγμή, για να καλύψουν κάποια αύξηση των αναγκών σε ενέργεια των χρηστών.
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και μεγάλη αξιοπιστία.
- Έχουν πρακτικά μηδενικές απαιτήσεις συντήρησης.
- Παρέχουν πλήρη ενεργειακή ανεξαρτησία στο χρήστη, όπου και αν βρίσκεται αυτός. Μπορούν έτσι να εγκατασταθούν σε δυσπρόσιτες περιοχές ή όπου δεν είναι δυνατό, ή και οικονομικά συμφέρον, να φτάσει το ηλεκτρικό δίκτυο.
- Προσφέρουν τη δυνατότητα αποκεντρωμένης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Πρώτο τρίμηνο 2011	Σύνολο (MWp)
Νέα εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών Ιαν-Μαρ 2011	75,7
Συνολική εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών διασυνδεδεμένων στο δίκτυο	274,2
Συνολική εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών περιλαμβανομένων των αυτόνομων	281,1

Πρώτο εξάμηνο 2011	Σύνολο (MWp)
Νέα εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών Ιαν-Ιουν 2011	150,2
Συνολική εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών διασυνδεδεμένων στο δίκτυο	348,7
Συνολική εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών περιλαμβανομένων των αυτόνομων	355,7

1.6.4.1) Εκτίμηση της ηλεκτρικής ενέργειας (Απώλειες)

- Λόγω μείωσης της καθαρότητας των πλαισίων
- Λόγω μείωσης της διάχυτης ακτινοβολίας
- Λόγω σκιάσεων
- Στα καλώδια της DC πλευράς
- Στον αντιστροφέα
- Στα καλώδια της AC πλευράς

1.6.4.2) Πιθανά σφάλματα

Πλαίσια: Δίοδοι, ελαττωματικά πλαίσια

- Αντιστροφέις: Λάθος προγραμματισμός, αρμονικές, δίκτυο
- Άλλα: Διάβρωση, καταστροφή μόνωσης σε Πλαίσια 27%, Αντιστροφέις 63%, Άλλα 10%.

1.6.5) ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

Τα Φ/Β συστήματα απευθύνονται σε περιοχές εφαρμογών, όπου το σχετικά υψηλό κόστος τους δεν αποτελεί σημαντικό εμπόδιο. Οι εφαρμογές αυτές συνήθως χαρακτηρίζονται από:

- χαμηλές ενεργειακές ανάγκες
- έλλειψη εναλλακτικών τρόπων παροχής ενέργειας ή, όπου υπάρχουν, αυτοί είναι πολύ ακριβοί (π.χ. σύνδεση με ένα απομακρυσμένο δίκτυο)
- απαιτήσεις υψηλής αξιοπιστίας ή και χαμηλές ανάγκες συντήρησης

Σαν κυριότερες κατηγορίες εφαρμογών Φ/Β συστημάτων μπορούν να θεωρηθούν οι εξής:

α) Καταναλωτικά προϊόντα (0.001 - 100Wp)

Τα συστήματα της κατηγορίας αυτής χρησιμοποιούνται σε περιοχές που δεν είναι συνδεδεμένες με το δίκτυο ή σε τροχόσπιτα και σε σκάφη αναψυχής για την εξυπηρέτηση αναγκών φωτισμού και ψύξης και για προϊόντα όπως ηλεκτρονικοί υπολογιστές, φανοί κ.ά.

β) Αυτόνομα ή απομονωμένα συστήματα (100Wp – 200KWp)

Στην κατηγορία αυτή συγκαταλέγονται συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για κατοικίες και μικρούς οικισμούς που δεν είναι συνδεδεμένοι στο δίκτυο. Ακόμη χρησιμοποιούνται για :

- αφαλάτωση / άντληση / καθαρισμό νερού
- φωτισμό (δρόμων, πάρκων, αεροδρομίων)
- συστήματα τηλεπικοινωνιών, τηλεμετρήσεων και συναγερμού
- συστήματα σηματοδότησης (οδικής κυκλοφορίας, ναυτιλίας, αεροναυτιλίας)
- ψύξη (αγροτικών προϊόντων, φαρμάκων κ.λπ.)

γ) Συστήματα συνδεδεμένα με το δίκτυο (200 KWp - αρκετά MWp)

Στην κατηγορία αυτή, που σύμφωνα με τις συμβατικές θεωρήσεις προς το παρόν δεν αξιολογείται σαν οικονομικά βιώσιμη, διακρίνονται δύο κατηγορίες συστημάτων:

Φ/Β συστήματα μεγέθους έως μερικών εκατοντάδων kWp που τροφοδοτούν κατοικίες, συγκροτήματα κατοικιών ή άλλα κτίρια και όπου η τυχόν πλεονάζουσα ενέργεια τροφοδοτείται (πωλείται) προς το δίκτυο

Φ/Β σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, όπου η παραγόμενη ενέργεια διοχετεύεται απευθείας στο δίκτυο

Για τα Φ/Β συστήματα που αναρτώνται σε κτίρια (σε προσόψεις, οροφές, κλπ.), σε σύνδεση με το δίκτυο, τελευταία έχει εκδηλωθεί ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

Τα οφέλη που προκύπτουν είναι:

- συγχρονισμός ψυκτικών φορτίων κτιρίων με μέγιστη παραγόμενη ισχύ από Φ/Β
- αποφυγή χρήσης γης
- αποκεντρωμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

2) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΟΥ

2.1)ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΕΡΓΟ

Όταν αναλάβαμε αυτή την εργασία δεν είχαμε στο μυαλό μας μια τυχαία, θεωρητική, οικονομοτεχνική μελέτη αλλά μια μελέτη ρεαλιστική, με πρακτική εφαρμογή, η οποία θα προέκυπτε από δεδομένα και ανάγκες του σήμερα. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να δυσκολευτούμε αρκετά για την υλοποίηση της, λόγω των ραγδαίων μεταβολών των δεδομένων παγκοσμίως αλλά και λόγω των αναρίθμητων συνδυασμών που μπορεί να επιλέξει κανείς για να φτάσει στον στόχο.

Για παράδειγμα:

Το κλείσιμο του εργοστασίου της Solyndra(Σεπτέμβριος 2011),''ναυαρχίδα της οικονομίας των ΗΠΑ'' όπως είχε χαρακτηριστεί από τον πρόεδρο Obama,η οποία διέθετε σε παγκόσμια αποκλειστικότητα σωληνοειδείς (τύπου thinfilm) Φ/Β γεννήτριες.

Το μεγάλο εύρος των ονομαστικών τιμών των ισχύων των Φ/Β γεννητριών και των αντιστροφών(από ελάχιστα έως κάποια χιλιάδες Watt).

Οι όροι ενός δανείου που απαιτείται για μια τέτοια επένδυση(αναγκαστική ασφάλιση του Φ/Β πάρκου, χρόνος αποπληρωμής).

Ο βέλτιστος συνδυασμός των επιμέρους τμημάτων με σκοπό την δημιουργία ενός αυτόνομου συστήματος με τις ελάχιστες ανάγκες για συντήρηση, γεγονός που συνεπάγεται εγγυημένη και αδιάκοπη λειτουργία.

Η επιλογή του καλύτερου συνδυασμού ποιότητας-τιμής.

Τα παραπάνω είναι μερικά από τα στοιχεία που μας επηρέασαν και μας προσανατόλισαν προς αυτή την πορεία δημιουργίας της μελέτης.

Οι παράμετροι που ελήφθησαν στο να επιλεγθεί ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε και η λήψη αποφάσεως για την τοποθεσία ανεγέρσεως του έργου αναφέρονται παρακάτω.

2.2) ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

2.2.1) Θέση εγκατάστασης (τοποθεσία, δήμος, νομός)

Η επιλογή της θέσης έγινε μετά από σχολαστική έρευνα 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, ή οργανωμένη ζώνη δευτερογενούς ή τριτογενούς τομέα.
- να μην επηρεάζει αρνητικά το περιβάλλον, τους υπάρχοντες οικισμούς, και γενικώς καμία από τις εν γένει δραστηριότητες της ευρύτερης περιοχής.
- να μην είναι ορατό από οικισμούς.

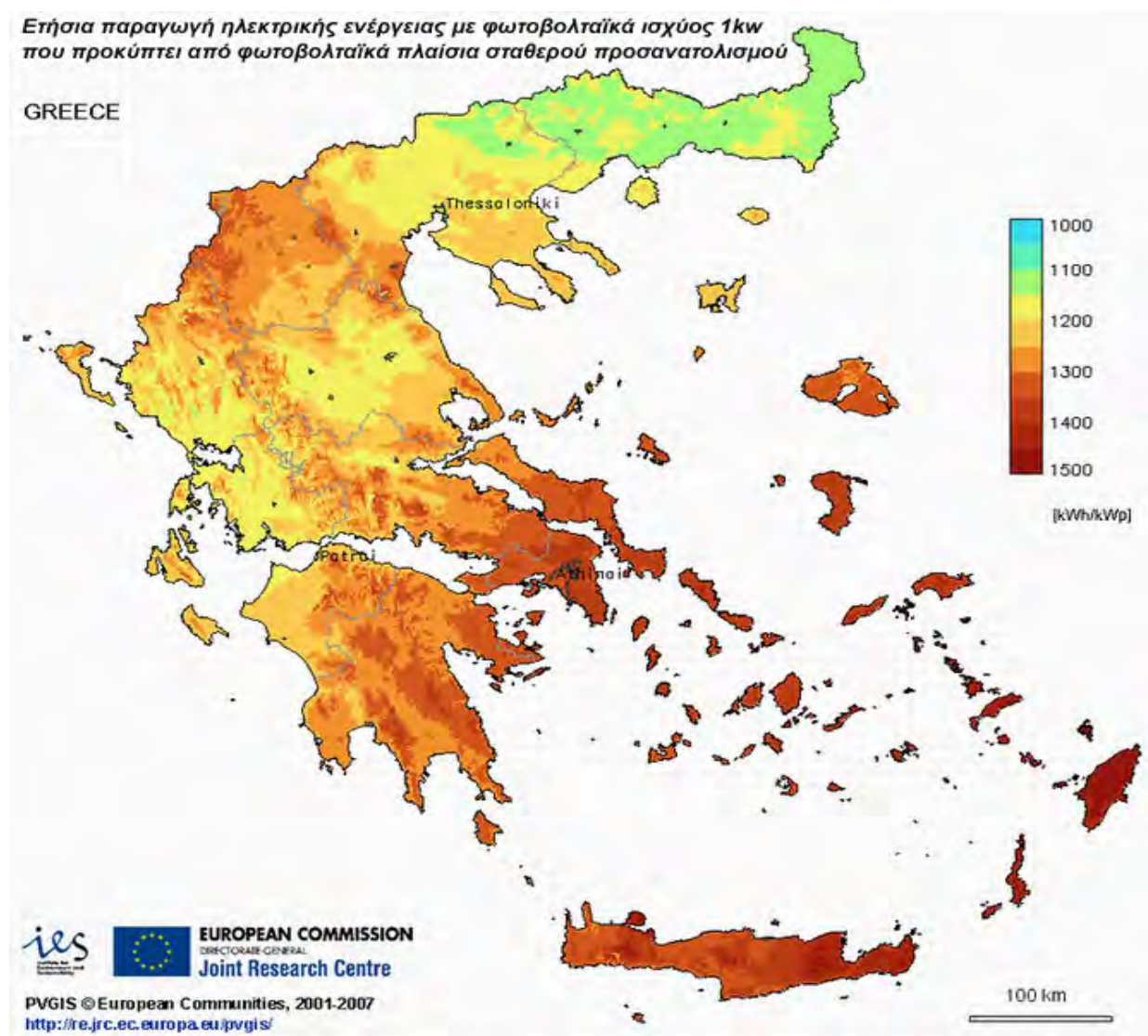
Η προτεινόμενη θέση εγκατάστασης, βάσει της άδειας από την ΡΑΕ, βρίσκεται στο Νομό Βοιωτίας σε απόσταση 3km από τη Λιβαδειά όπως παρουσιάζεται στην δορυφορική φωτογραφία της περιοχής.

Οι συντεταγμένες του είναι: 38° 27' 26.21'' Β
22° 53' 49.41'' Ε
120m ύψος

Η πρόσβαση γίνεται μέσω υφιστάμενης οδού στις παρυφές της θέσης εγκατάστασης του φωτοβολταϊκού πάρκου. Το διαθέσιμο για την εγκατάσταση γήπεδο είναι 12.650m²(110m*115m). Το έδαφος έχει μηδενική κλίση και είναι, εξαιρετικά ηλιόλουστο αφού τίποτα δεν το σκιάζει από την ανατολή έως την δύση του ηλίου.



2.2.2)Μετεωρολογικά δεδομένα-Κλιματικές ζώνες νομών της Ελλάδος
Από τα μετεωρολογικά στοιχεία τεκμηρίωσης ηλιακής ενέργειας, που συλλέχθηκαν, η περιοχή δεν έχει ιδιαίτερες σωρεύσεις νεφών και έχει υψηλή ηλιοφάνεια, με ήπιους ανέμους που συνεισφέρουν στον δροσισμό της μονάδος, συμβάλλοντας έτσι σε καλύτερη απόδοση των φωτοβολταϊκών στοιχείων.

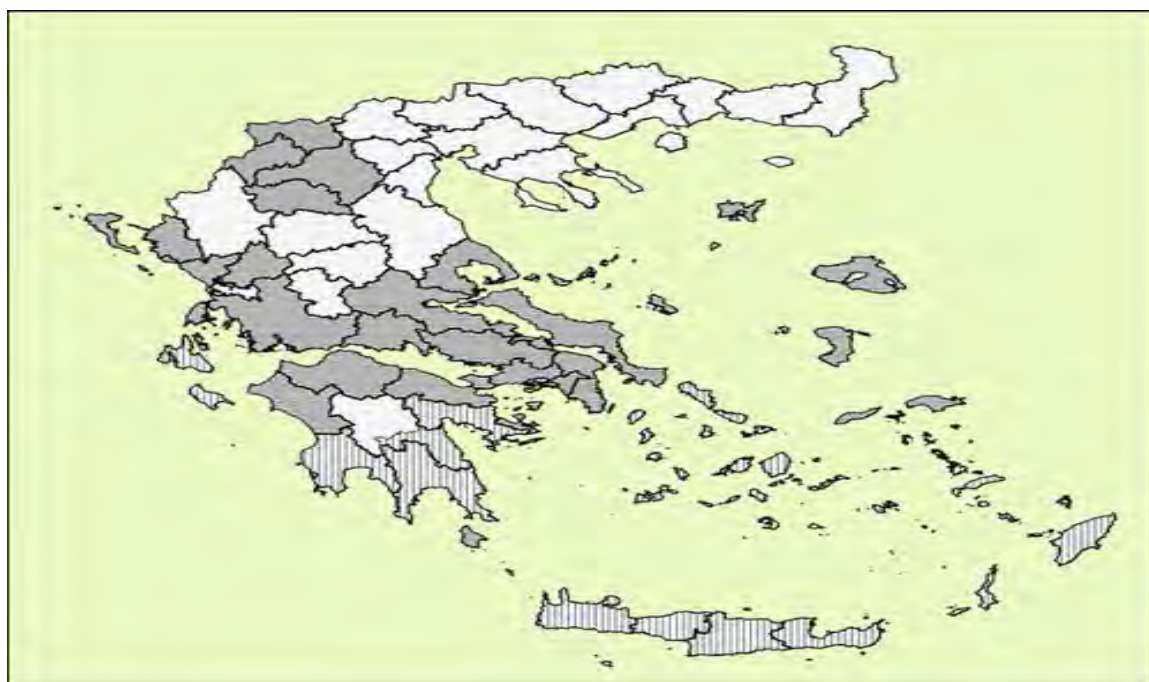


Για την εφαρμογή της απόφασης αυτής, η ελληνική επικράτεια διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες. Στον Πίνακα Α δίνονται οι νομοί που υπάγονται στις τέσσερις κλιματικές ζώνες, ενώ ακολουθεί και σχηματική απεικόνιση των παραπάνω ζωνών στο Χάρτη Β.

Πίνακας Α: Νομοί της Ελλάδος ανά κλιματική ζώνη

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
ΖΩΝΗ Α	Ηράκλειο, Χανιά, Ρέθυμνο, Λασιθί, Κυκλάδες, Δωδεκάνησα, Σάμος, Μεσσηνία, Λακωνία, Αργολίδα, Ζάκυνθος, Κεφαλονιά, Ιθάκη
ΖΩΝΗ Β	Κορινθία, Ηλεία, Αχαΐα, Αιτωλοακαρνανία, Φθιώτιδα, Φωκίδα, Βοιωτία, Αττική, Εύβοια, Μαγνησία, Σποράδες, Λέσβος, Χίος, Κέρκυρα, Λευκάδα, Θεσπρωτία, Πρέβεζα, Άρτα
ΖΩΝΗ Γ	Αρκαδία, Ευρυτανία, Ιωάννινα, Λάρισα, Καρδίτσα, Τρίκαλα, Πιερία, Ημαθία, Πέλλα, Θεσσαλονίκη, Κιλίκις, Χαλκιδική, Σέρρες, Καβάλα, Δράμα, Θάσος, Σαμοθράκη, Ξάνθη, Ροδόπη, Έβρος
ΖΩΝΗ Δ	Γρεβενά, Κοζάνη, Καστοριά, Φλώρινα

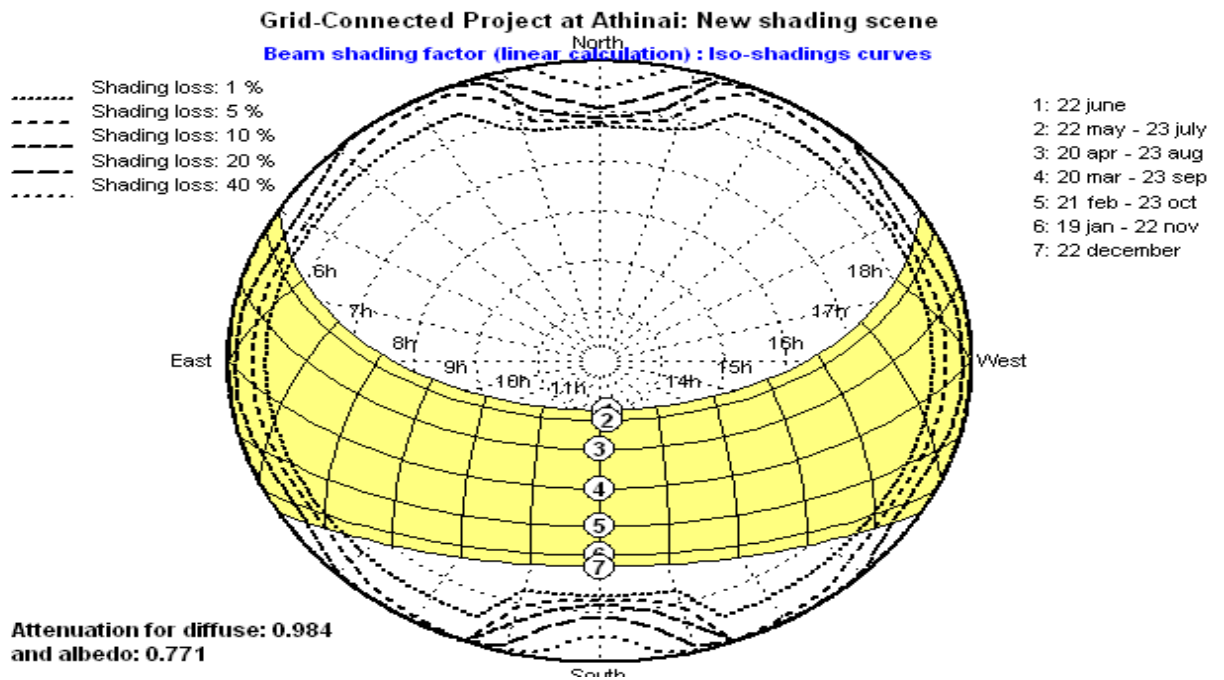
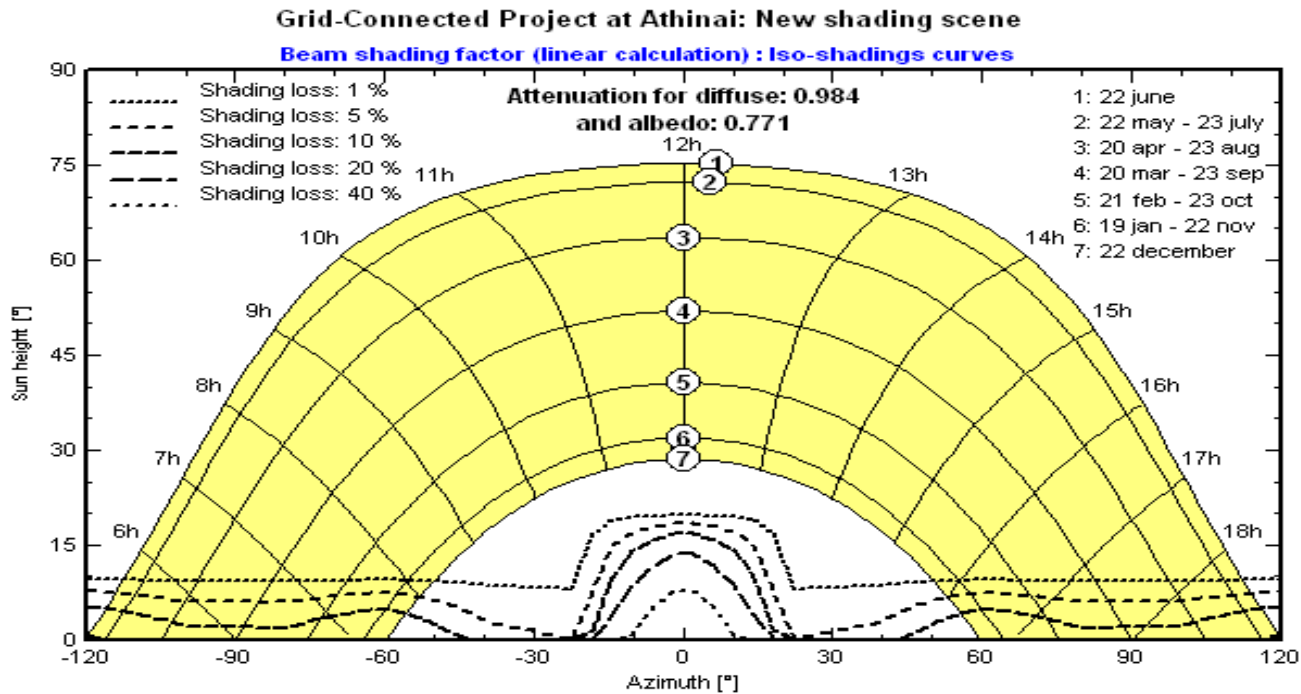
Χάρτης Β: Κλιματικές ζώνες ελληνικής επικράτειας



Σε κάθε νομό, οι περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο πάνω από 600 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσα εντάσσονται στην επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη από εκείνη στην οποία ανήκουν σύμφωνα με τα παραπάνω.

2.2.3) Ορίζοντας της περιοχής για βέλτιστες κλήσεις

A) Ορίζοντας Αθήνας (Λιβαδειάς) για σταθερά πάνελ (Fix)

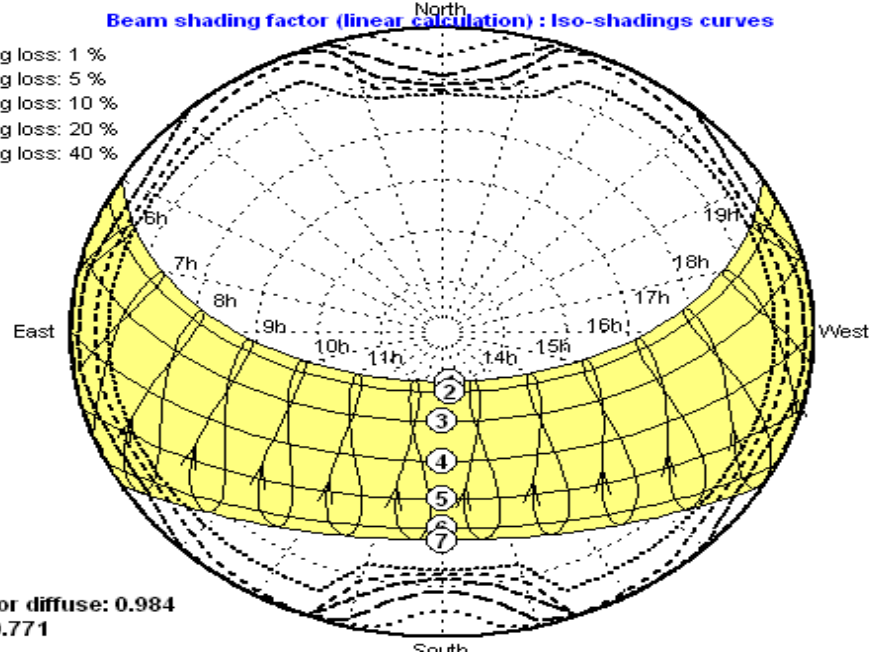


Grid-Connected Project at Athinai: New shading scene

Beam shading factor (linear calculation) : Iso-shadings curves

- Shading loss: 1 %
- Shading loss: 5 %
- Shading loss: 10 %
- Shading loss: 20 %
- Shading loss: 40 %

- 1: 22 june
- 2: 22 may - 23 july
- 3: 20 apr - 23 aug
- 4: 20 mar - 23 sep
- 5: 21 feb - 23 oct
- 6: 19 jan - 22 nov
- 7: 22 december

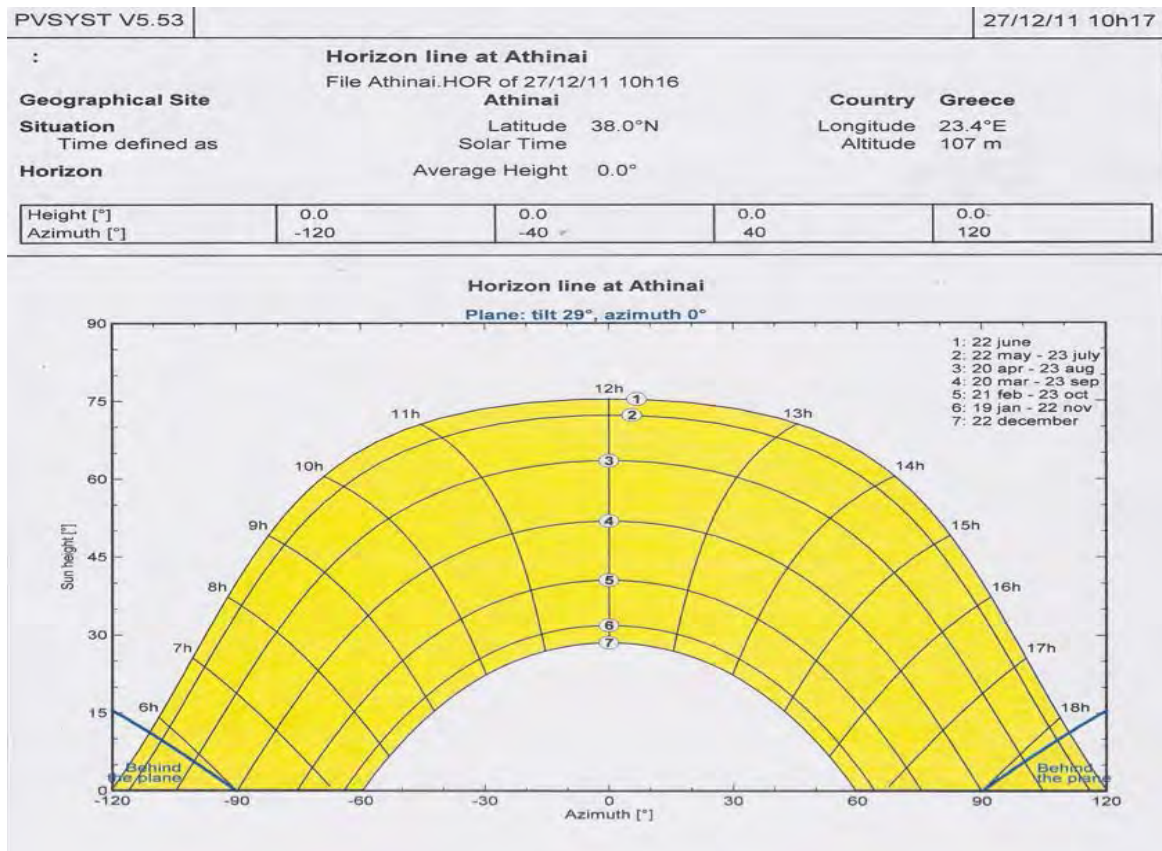


Πίνακας παράγοντα σκίασης(γραμμικής),για το σκέλος πορείας, για διάχυση: 0,984 και για ανακλαστικότητα : 0,771

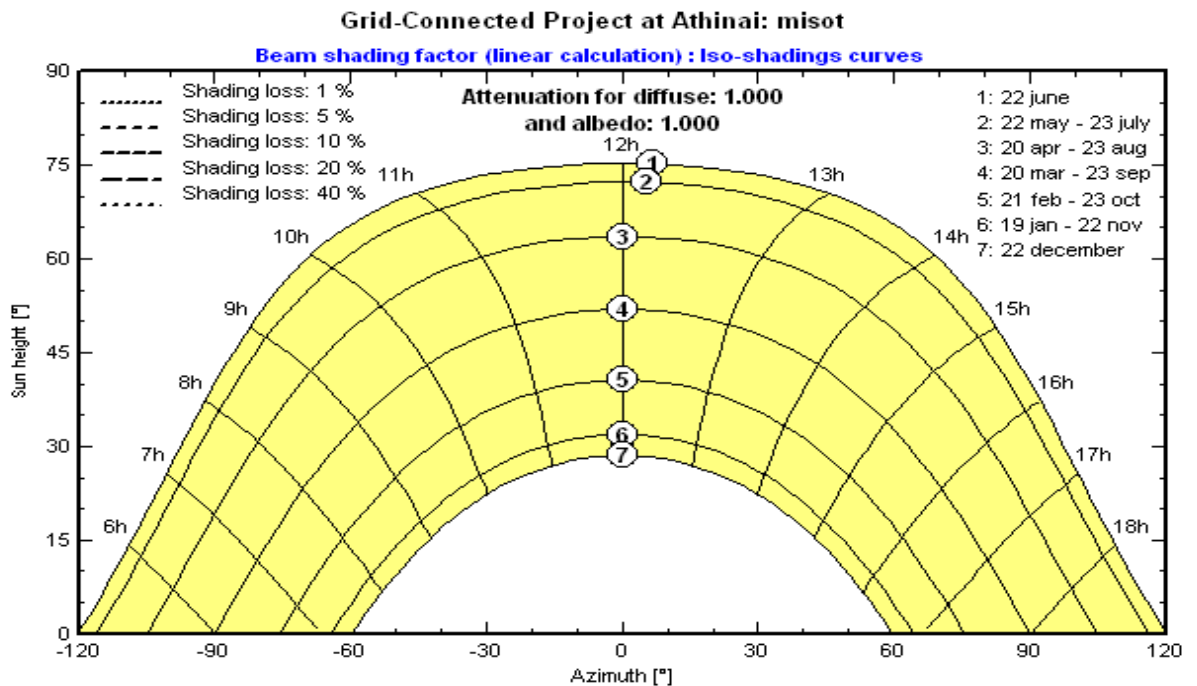
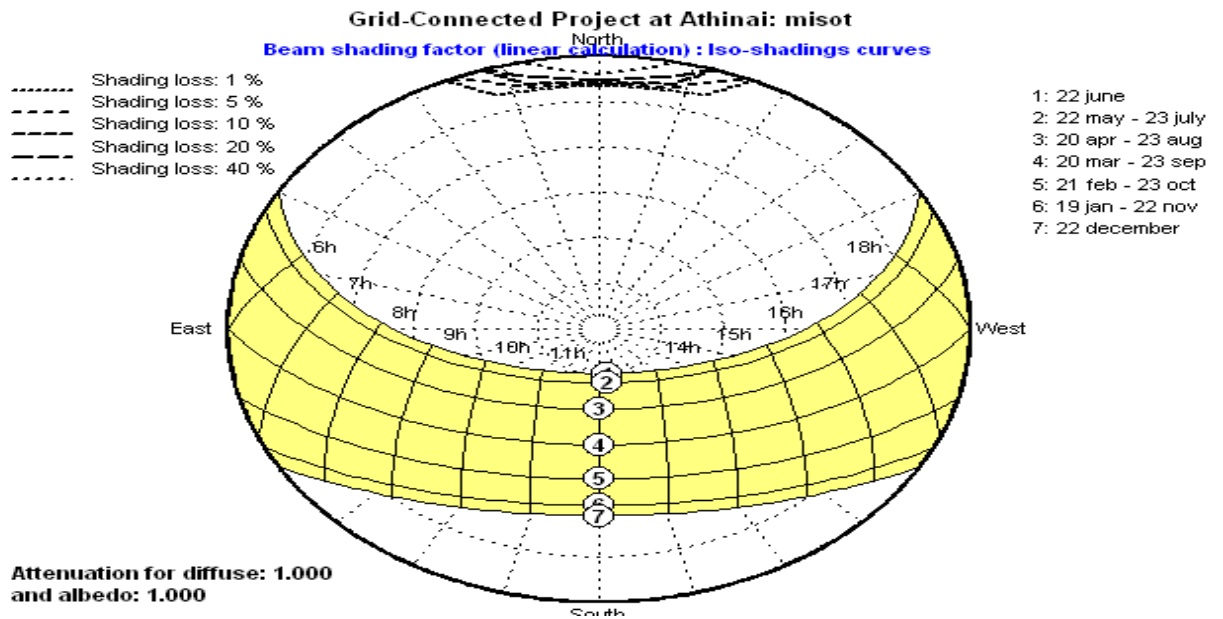
Azimuth	-180°	-160°	-140°	-120°	-100°	-80°	-60°	-40°	-20°	0°
Height										
90°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
80°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
70°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
60°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
50°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
40°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
30°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
20°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
10°	0.658	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.658
2°	0.202	0.942	0.926	0.787	0.873	0.878	0.800	0.931	0.953	0.202

Azimuth	180°	160°	140°	120°	100°	80°	60°	40°	20°	0°
Height										
90°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
80°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
70°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
60°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
50°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
40°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
30°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
20°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
10°	0.658	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.658
2°	0.202	0.943	0.923	0.786	0.873	0.878	0.800	0.931	0.953	0.202

Shading factor table (linear), for the beam component, for diffuse: 0.984 and for albedo: 0.771

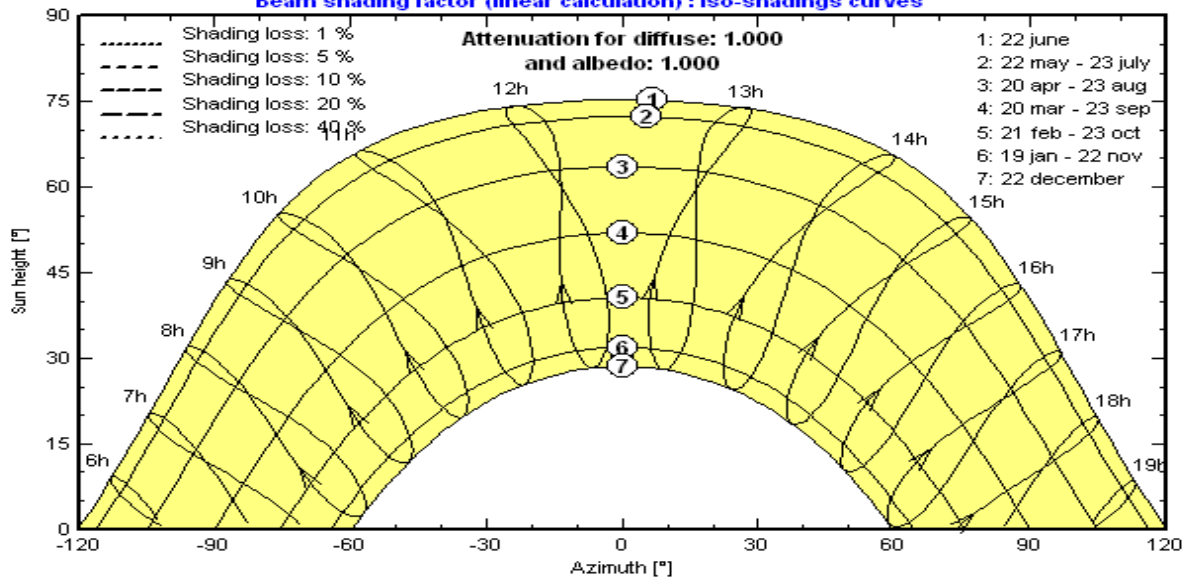


B)Οριζοντας Αθήνας (Λιβαδειάς) για Tracking



Grid-Connected Project at Athinai: misot

Beam shading factor (linear calculation) : Iso-shadings curves



Πίνακας παράγοντα σκίασης(γραμμικής),για το σκέλος πορείας, για διάχυση: 1 και για ανακλαστικότητα: 1

Azimuth	-180°	-160°	-140°	-120°	-100°	-80°	-60°	-40°	-20°	0°
Height										
90°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
80°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
70°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
60°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
50°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
40°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
30°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
20°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
10°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2°	Behind	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Azimuth	180°	160°	140°	120°	100°	80°	60°	40°	20°	0°
Height										
90°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
80°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
70°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
60°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
50°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
40°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
30°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
20°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
10°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2°	Behind	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Shading factor table (linear), for the beam component, for diffuse: 1.000 and for albedo: 1.000

2.3) ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ-ΕΡΕΥΝΑ-ΠΡΟΣΧΕΔΙΟ

2.3.1) Εισαγωγή

Ύστερα λοιπόν από έρευνα καταλήξαμε στον τύπο του Φ/Β πλαισίου που θα χρησιμοποιούσαμε αλλά η ονομαστική του ισχύς, όπως και του αντιστροφέα δημιούργησαν την ανάγκη μιας προμελέτης. Στη προμελέτη υλοποιούμε ακόμα προσομοιώσεις σε πάρκο με σταθερά πλαίσια αλλά και με πλαίσια διαξονικού tracking για να εξετάσουμε τη διαφορά απόδοσης. Η έρευνα, η επεξεργασία και η σύγκριση θα οδηγήσουν στην καλύτερη επιλογή των επιμέρους στοιχείων.

Επιλέγουμε τα πολυκρυσταλικά πλαίσια λόγω καλής σχέσης τιμής απόδοσης και της ευρείας χρησιμοποίησης ενώ η ισχύς τους που θα μελετήσουμε είναι αυτή των 100W, 200W και 300W. Για να έχουμε μεγαλύτερη εγκυρότητα στα συμπεράσματα μας θελήσαμε να συγκρίνουμε προϊόντα των ίδιων κατασκευαστικών οίκων, αυτό όμως το πετύχαμε μερικώς. Συγκεκριμένα: στα 100W και στα 200W έχουμε τον ίδιο κατασκευαστικό οίκο (PHOTOWATT), όπως ανάμεσα στα 200W και στα 300W έχουμε τον ίδιο κατασκευαστικό οίκο (SOLON). Επίσης στην κατηγορία των 200W χρησιμοποιήσαμε τα πλαίσια ακόμα μίας εταιρίας (AUVERSUN) η οποία επιλέχθηκε λόγω των παραπλήσιων καμπυλών απόδοσης του κατασκευαστή σε σύγκριση με άλλα πλαίσια της κατηγορίας του.

Στους αντιστροφείς θα περιοριστούμε στην μελέτη τριών τύπων του ίδιου κατασκευαστή (KACO new energy), των 3.1kW, των 10kW και των 100kW. Ύστερα λοιπόν από δοκιμές σε διαφορετικές κλίσεις (πάντα με νότιο προσανατολισμό) καταλήξαμε να έχουμε βέλτιστες τιμές εκμετάλλευσης της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας (diffuse 0.984 & albedo 0.771) στην γωνία των 29° μοιρών και το αζιμούθιο ίσο με το μηδέν. Στο σύστημα του tracking τα όρια γωνιών και αζιμούθιου είναι τα μέγιστα του προγράμματος, κυμαίνονται μεταξύ -90°/90° και -180°/180° αντίστοιχα. Με αυτό το εύρος κλίσεων βέβαια οι τιμές εκμετάλλευσης της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας είναι οι μέγιστες (diffuse 1 & albedo 1).

2.3.2) Προσομοιώσεις

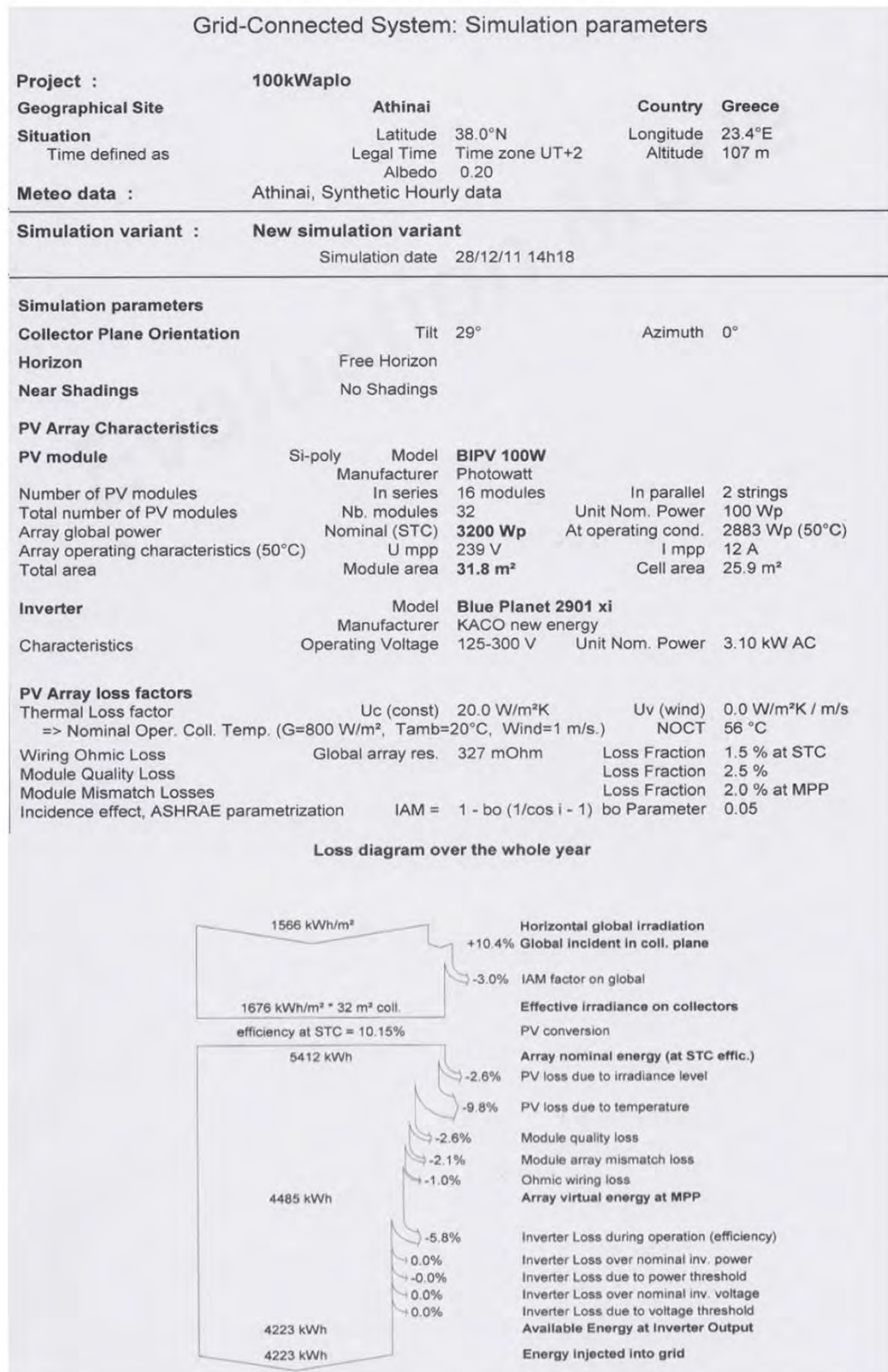
2.3.2.1) Προσομοιώσεις με αντιστροφή 3.1 kW

i) 100 Wp PHOTOWATT Fix

Σε αυτή την μελέτη η υλοποίηση γίνεται με Φ/Β πλαίσια της PHOTOWATT ονομαστικής ισχύος 100 W (μοντέλο: BIPV 100W) και αντιστροφείς της KACO new energy ονομαστικής ισχύος 3.1kW (μοντέλο: Blue Planet 2901xi).

Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης που ακολουθεί αναφέρονται σε έναν αντιστροφέα, αν πολλαπλασιάσουμε την ονομαστική του τιμή με το 32 (αριθμός αντιστροφέων) τότε έχουμε ισχύ 102,4 kW DC. Έχουμε λοιπόν 64 συστοιχίες φωτοβολταϊκών, 2 συνδεδεμένες σε κάθε αντιστροφή, όπου η κάθε συστοιχία αποτελείται από 16 μετατροπείς.

Οι μετατροπείς συνδέονται 16 σε σειρά και 2 παράλληλα, με την τάση στα άκρα του αντιστροφέα να φτάνει τα 239V ενώ το ρεύμα που τον διαρρέει τα 12A.

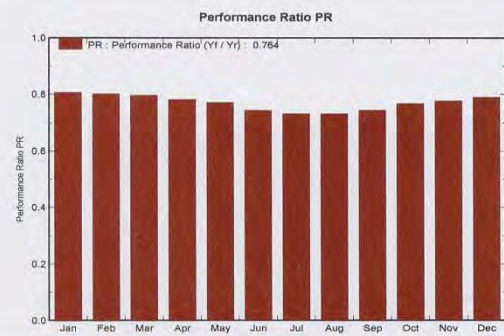
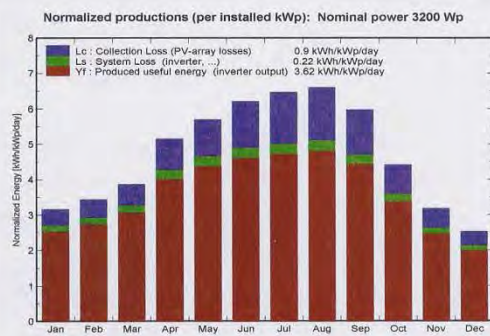


Grid-Connected System: Main results

Project : 100kWaplo
Simulation variant : New simulation variant

Main system parameters		System type	Grid-Connected		
PV Field Orientation		tilt	29°	azimuth	0°
PV modules		Model	BIPV 100W	Pnom	100 Wp
PV Array		Nb. of modules	32	Pnom total	3200 Wp
Inverter		Model	Blue Planet 2901 xi	Pnom	3100 W ac
User's needs		Unlimited load (grid)			

Main simulation results
 System Production **Produced Energy 4223 kWh/year** Specific prod. 1320 kWh/kWp/year
 Performance Ratio PR **76.4 %**



New simulation variant Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E_Grid kWh	EffArrR %	EffSysR %
January	66.0	11.60	98.2	95.3	269.7	253.6	8.63	8.12
February	74.0	10.90	96.5	93.7	263.3	247.5	8.58	8.06
March	104.0	11.80	119.9	116.4	325.2	305.6	8.52	8.01
April	147.0	13.90	154.7	150.2	411.1	387.1	8.35	7.86
May	182.0	18.00	176.6	171.1	462.2	435.8	8.23	7.76
June	201.0	22.10	186.4	180.0	471.1	443.6	7.94	7.48
July	213.0	25.60	200.5	193.7	498.1	469.6	7.81	7.36
August	200.0	26.30	204.8	198.7	507.7	479.2	7.79	7.36
September	155.0	24.30	179.3	174.3	452.1	426.8	7.93	7.49
October	106.0	20.50	137.1	133.4	357.3	336.7	8.20	7.72
November	66.0	16.40	95.7	92.9	253.7	238.1	8.33	7.82
December	52.0	13.50	78.7	76.4	213.0	199.4	8.50	7.96
Year	1566.0	17.95	1728.4	1676.1	4484.6	4222.9	8.16	7.68

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

Ο βαθμός απόδοσης(Performance Ratio) από το συνδυασμό πλαισίου – αντιστροφέα αγγίζει το 76,4%. Από το DC εύρος τάσης διασύνδεσης του αντιστροφέα(125V-300V), την τάση που αναπτύσσεται στα άκρα του από τα πλαίσια(239V) και από την ελάχιστη τάση (125V) που απαιτείται για τα ονομαστικά του στοιχεία καταλήγουμε στο ότι θα έχουμε ομαλή λειτουργία όταν στα πάνελ προσκρούει το ελάχιστο του 52,3% της απόλυτης δυνατής ακτινοβολίας($G=1000\text{W/m}^2$). Άρα η κρίσιμη ακτινοβολία που θα θέτει εκτός λειτουργίας τον αντιστροφέα είναι κάτω από το όριο του 52,3%. Η ενέργεια που παράγεται από το κάθε πλαίσιο φτάνει τις 1320kWh/kWp/έτος ενώ των 2 συστοιχιών (που συνδέονται στον αντιστροφέα) είναι 4223kWh/έτος. Οι συνολικές απώλειες από την άλλη εκτιμώνται ότι θα είναι στους μετατροπείς 18,1% ενώ στους αντιστροφέες 5,8%.

ii) 100Wp PHOTOWATT Tracking

Τα δεδομένα αυτής της προσομοίωσης δεν διαφέρουν από την προηγούμενη, πέραν της ύπαρξης του συστήματος παρακολούθησης του ηλίου(tracking) το οποίο βέβαια αλλάζει το ύψος τοποθέτησης των πάνελ.

Grid-Connected System: Simulation parameters

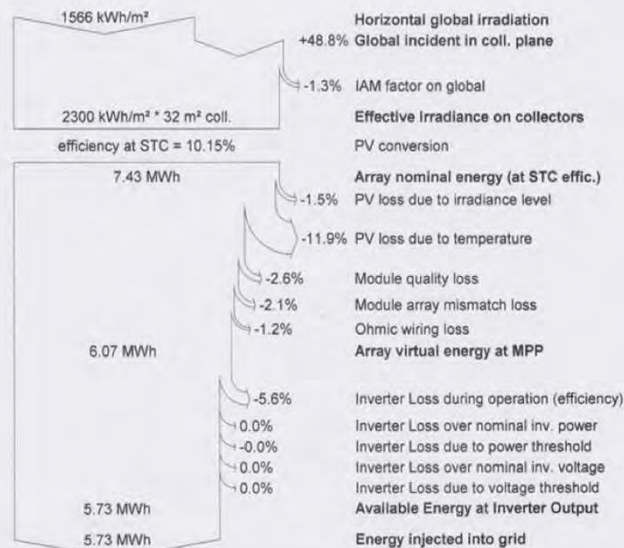
Project :	100kWaplo			
Geographical Site	Athinai	Country	Greece	
Situation	Latitude	38.0°N	Longitude	23.4°E
Time defined as	Legal Time	Time zone UT+2	Altitude	107 m
	Albedo	0.20		
Meteo data :	Athinai, Synthetic Hourly data			

Simulation variant :	New simulation variant
	Simulation date 28/12/11 11h22

Simulation parameters

Tracking plane, two axis	Minimum Tilt	-90°	Maximum Tilt	90°
Rotation Limitations	Minimum Azimuth	-180°	Maximum Azimuth	180°
Horizon	Free Horizon			
Near Shadings	No Shadings			
PV Array Characteristics				
PV module	Si-poly	Model	BIPV 100W	
	Manufacturer	Photowatt		
Number of PV modules	In series	16 modules	In parallel	2 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	32	Unit Nom. Power	100 Wp
Array global power	Nominal (STC)	3200 Wp	At operating cond.	2883 Wp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	239 V	I mpp	12 A
Total area	Module area	31.8 m²	Cell area	25.9 m²
Inverter				
	Model	Blue Planet 2901 xl		
	Manufacturer	KACO new energy		
Characteristics	Operating Voltage	125-300 V	Unit Nom. Power	3.10 kW AC
PV Array loss factors				
Thermal Loss factor	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
=> Nominal Oper. Coll. Temp. (G=800 W/m², Tamb=20°C, Wind=1 m/s.)			NOCT	56 °C
Wiring Ohmic Loss	Global array res.	327 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
Module Quality Loss			Loss Fraction	2.5 %
Module Mismatch Losses			Loss Fraction	2.0 % at MPP
Incidence effect, ASHRAE parametrization	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	bo Parameter	0.05

Loss diagram over the whole year

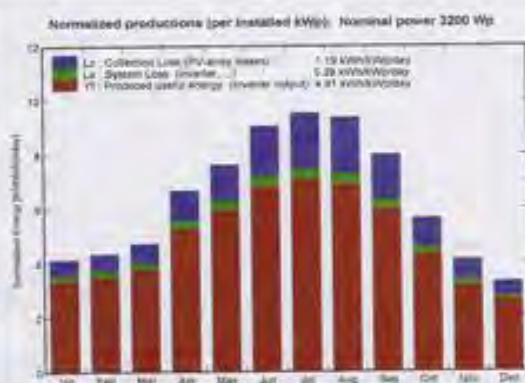


Grid-Connected System: Main results

Project : 100kWaplo
Simulation variant : New simulation variant

Main system parameters	System type Grid-Connected		
PV Field Orientation	Tracking two axis		
PV modules	Model BIPV 100W	Pnom	100 Wp
PV Array	Nb. of modules 32	Pnom total	3200 Wp
Inverter	Model Blue Planet 2901 xi	Pnom	3100 W ac
User's needs	Unlimited load (grid)		

Main simulation results
System Production **Produced Energy** 5.73 MWh/year **Specific prod.** 1792 kWh/kWp/year
Performance Ratio PR 76.9 %



New simulation variant Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	EffArrR %	EffSysR %
January	66.0	11.60	128.6	127.0	0.363	0.333	8.63	8.14
February	74.0	10.90	121.9	120.2	0.304	0.315	8.62	8.13
March	104.0	11.80	146.6	144.0	0.399	0.375	8.55	8.05
April	147.0	13.90	200.5	197.3	0.537	0.507	8.42	7.96
May	182.0	18.00	236.4	232.8	0.624	0.591	8.30	7.85
June	201.0	22.10	271.8	268.2	0.695	0.657	8.04	7.61
July	213.0	25.60	295.5	291.9	0.742	0.701	7.89	7.46
August	200.0	26.30	290.0	285.7	0.724	0.685	7.65	7.43
September	155.0	24.30	239.7	236.8	0.608	0.575	7.97	7.54
October	106.0	20.50	174.6	172.4	0.455	0.430	8.20	7.74
November	66.0	16.40	123.4	121.8	0.325	0.305	8.28	7.78
December	52.0	13.50	102.0	100.7	0.275	0.258	8.47	7.96
Year	1566.0	17.95	2330.9	2299.8	6.071	5.734	8.19	7.73

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

Ο βαθμός απόδοσης(Performance Ratio) από το συνδυασμό πλαισίου – αντιστροφέα αγγίζει το 76,9%. Από το DC εύρος τάσης διασύνδεσης του αντιστροφέα(125V-300V), την τάση που αναπτύσσεται στα άκρα του από τα πλαίσια(239V) και από την ελάχιστη τάση (125V) που απαιτείται για τα ονομαστικά του στοιχεία καταλήγουμε στο ότι θα έχουμε ομαλή λειτουργία όταν στα πάνελ προσκρούει το ελάχιστο του 52,3% της απόλυτης δυνατής ακτινοβολίας($G=1000\text{W/m}^2$). Άρα η κρίσιμη ακτινοβολία που θα θέτει εκτός λειτουργίας τον αντιστροφέα είναι κάτω από το όριο του 52,3%. Η ενέργεια που παράγεται από το κάθε πλαίσιο φτάνει τις 1792kWh/kWp/έτος ενώ των 2 συστοιχιών (που συνδέονται στον αντιστροφέα) είναι 5,73MWh/έτος. Οι συνολικές απώλειες από την άλλη εκτιμώνται ότι θα είναι στους μετατροπείς 19,3% ενώ στους αντιστροφείς 5,6%.

iii) 200Wp PHOTOWATT Fix

Σε αυτή την μελέτη η υλοποίηση γίνεται με Φ/B πλαίσια της PHOTOWATT ονομαστικής ισχύος 200 W (μοντέλο:PW 2050/200W) και αντιστροφείς της KACO new energy ονομαστικής ισχύος 3.1kW (μοντέλο:Blue Planet 2901xi).

Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης που ακολουθεί αναφέρονται σε έναν αντιστροφέα, αν πολλαπλασιάσουμε την ονομαστική του τιμή με το 32(αριθμός αντιστροφέων) τότε έχουμε ισχύ 102,4 kW DC. Έχουμε λοιπόν 32 συστοιχίες φωτοβολταϊκών, 1 συνδεδεμένη σε κάθε αντιστροφέα, όπου η κάθε συστοιχία αποτελείται από 16 μετατροπείς. Οι μετατροπείς συνδέονται 8 σε σειρά και 2 παράλληλα, με την τάση στα άκρα του αντιστροφέα να φτάνει τα 188V ενώ το ρεύμα που τον διαρρέει τα 15A.

Grid-Connected System: Simulation parameters

Project :	100kWaplo		
Geographical Site	Athinai	Country	Greece
Situation	Latitude 38.0°N	Longitude	23.4°E
Time defined as	Legal Time Time zone UT+2	Altitude	107 m
	Albedo 0.20		
Meteo data :	Athinai, Synthetic Hourly data		
Simulation variant :	New simulation variant		
	Simulation date 28/12/11 12h38		

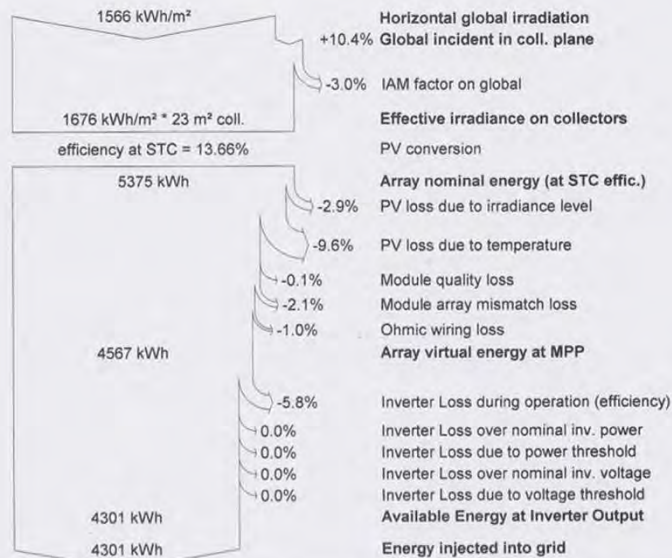
Simulation parameters

Collector Plane Orientation	Tilt 29°	Azimuth 0°
Horizon	Free Horizon	
Near Shadings	No Shadings	
PV Array Characteristics		
PV module	Si-poly Model PW 2050 / 200W	
	Manufacturer Photowatt	
Number of PV modules	In series 8 modules	In parallel 2 strings
Total number of PV modules	Nb. modules 16	Unit Nom. Power 200 Wp
Array global power	Nominal (STC) 3200 Wp	At operating cond. 2859 Wp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp 188 V	I mpp 15 A
Total area	Module area 23.5 m²	
Inverter		
	Model Blue Planet 2901 xi	
	Manufacturer KACO new energy	
Characteristics	Operating Voltage 125-300 V	Unit Nom. Power 3.10 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
=> Nominal Oper. Coll. Temp. (G=800 W/m ² , Tamb=20°C, Wind=1 m/s.)	NOCT 56 °C	
Wiring Ohmic Loss	Global array res. 207 mOhm	Loss Fraction 1.5 % at STC
Module Quality Loss		Loss Fraction 0.1 %
Module Mismatch Losses		Loss Fraction 2.0 % at MPP
Incidence effect, ASHRAE parametrization	IAM = 1 - bo (1/cos i - 1)	bo Parameter 0.05

Loss diagram over the whole year

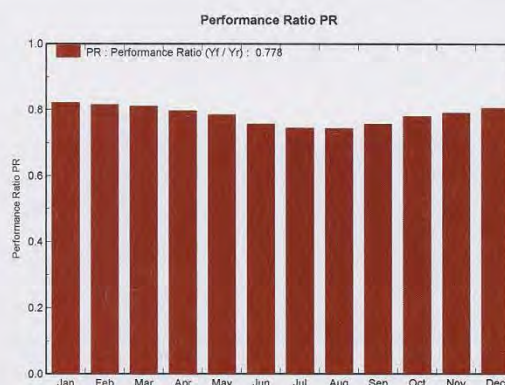
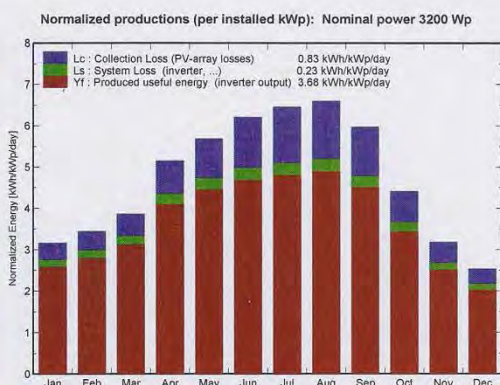


Grid-Connected System: Main results

Project : 100kWaplo
Simulation variant : New simulation variant

Main system parameters	System type	Grid-Connected	
PV Field Orientation	tilt	29°	azimuth 0°
PV modules	Model	PW 2050 / 200W	Pnom 200 Wp
PV Array	Nb. of modules	16	Pnom total 3200 Wp
Inverter	Model	Blue Planet 2901 xi	Pnom 3100 W ac
User's needs	Unlimited load (grid)		

Main simulation results
 System Production **Produced Energy 4301 kWh/year** Specific prod. 1344 kWh/kWp/year
 Performance Ratio PR **77.8 %**



New simulation variant Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray kWh	E_Grid kWh	EffArrR %	EffSysR %
January	66.0	11.60	98.2	95.3	274.7	258.4	11.92	11.21
February	74.0	10.90	96.5	93.7	268.2	252.1	11.84	11.13
March	104.0	11.80	119.9	116.4	331.4	311.4	11.78	11.07
April	147.0	13.90	154.7	150.2	419.0	394.5	11.54	10.87
May	182.0	18.00	176.6	171.1	470.7	443.8	11.36	10.71
June	201.0	22.10	186.4	180.0	479.8	451.7	10.97	10.33
July	213.0	25.60	200.5	193.7	506.9	477.9	10.77	10.16
August	200.0	26.30	204.8	198.7	516.7	487.6	10.75	10.15
September	155.0	24.30	179.3	174.3	460.2	434.5	10.94	10.33
October	106.0	20.50	137.1	133.4	363.8	342.9	11.31	10.66
November	66.0	16.40	95.7	92.9	258.5	242.6	11.51	10.80
December	52.0	13.50	78.7	76.4	217.0	203.2	11.74	11.00
Year	1566.0	17.95	1728.4	1676.1	4566.9	4300.8	11.26	10.60

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

Ο βαθμός απόδοσης(Performance Ratio) από το συνδυασμό πλαισίου – αντιστροφέα αγγίζει το 77,8%.Από το DC εύρος τάσης διασύνδεσης του αντιστροφέα(125V-300V),την τάση που αναπτύσσεται στα άκρα του από τα πλαίσια(188V) και από την ελάχιστη τάση (125V)που απαιτείται για τα ονομαστικά του στοιχεία καταλήγουμε στο ότι θα έχουμε ομαλή λειτουργία όταν στα πάνελ προσκρούει το ελάχιστο του 66,5% της απόλυτης δυνατής ακτινοβολίας($G=1000\text{W}/\text{m}^2$).Άρα η κρίσιμη ακτινοβολία που θα θέτει εκτός λειτουργίας τον αντιστροφέα είναι κάτω από το όριο του 66,5%.Η ενέργεια που παράγεται από το κάθε πλαίσιο φτάνει τις 1344kWh/kWp/έτος ενώ της συστοιχίας(που συνδέεται στον αντιστροφέα)είναι 4301kWh/έτος.Οι συνολικές απώλειες από την άλλη εκτιμώνται ότι θα είναι στους μετατροπείς 15,7% ενώ στους αντιστροφείς 5,8%.

iv) 200Wp PHOTOWATT Tracking

Τα δεδομένα αυτής της προσομοίωσης δεν διαφέρουν από την προηγούμενη, πέραν της ύπαρξης του συστήματος παρακολούθησης του ηλίου(tracking)το οποίο βέβαια αλλάζει το ύψος τοποθέτησης των πάνελ.

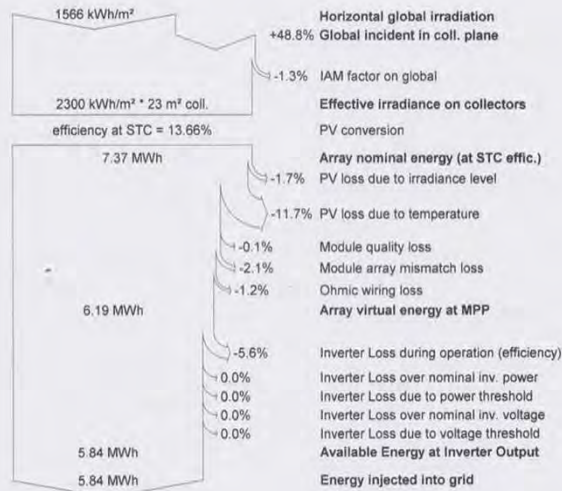
Grid-Connected System: Simulation parameters

Project :	100kWaplo			
Geographical Site	Athinai	Country	Greece	
Situation	Latitude	38.0°N	Longitude	23.4°E
Time defined as	Legal Time	Time zone UT+2	Altitude	107 m
	Albedo	0.20		
Meteo data :	Athinai, Synthetic Hourly data			
Simulation variant :	New simulation variant			
	Simulation date	28/12/11 12h54		

Simulation parameters

Tracking plane, two axis	Minimum Tilt	-90°	Maximum Tilt	90°	
Rotation Limitations	Minimum Azimuth	-180°	Maximum Azimuth	180°	
Horizon	Free Horizon				
Near Shadings	No Shadings				
PV Array Characteristics					
PV module	Si-poly	Model	PW 2050 / 200W		
		Manufacturer	Photowatt		
Number of PV modules		In series	8 modules	In parallel	2 strings
Total number of PV modules		Nb. modules	16	Unit Nom. Power	200 Wp
Array global power		Nominal (STC)	3200 Wp	At operating cond.	2859 Wp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	188 V	I mpp	15 A
Total area		Module area	23.5 m²		
Inverter					
		Model	Blue Planet 2901 xi		
		Manufacturer	KACO new energy		
Characteristics		Operating Voltage	125-300 V	Unit Nom. Power	3.10 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	
=> Nominal Oper. Coll. Temp. (G=800 W/m ² , Tamb=20°C, Wind=1 m/s.)			NOCT	56 °C	
Wiring Ohmic Loss	Global array res.	207 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC	
Module Quality Loss			Loss Fraction	0.1 %	
Module Mismatch Losses			Loss Fraction	2.0 % at MPP	
Incidence effect, ASHRAE parametrization	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	bo Parameter	0.05	

Loss diagram over the whole year

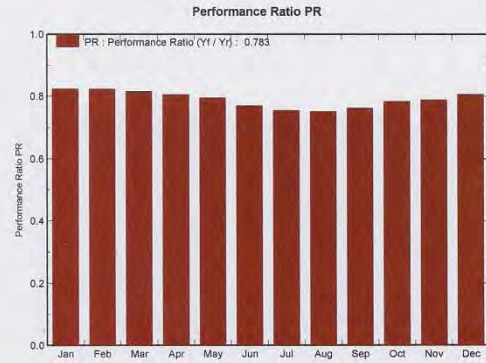
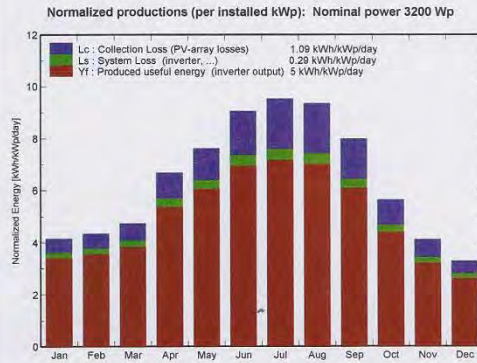


Grid-Connected System: Main results

Project : 100kWaplo
Simulation variant : New simulation variant

Main system parameters	System type	Grid-Connected		
PV Field Orientation	Tracking two axis			
PV modules	Model	PW 2050 / 200W	Pnom	200 Wp
PV Array	Nb. of modules	16	Pnom total	3200 Wp
Inverter	Model	Blue Planet 2901 xi	Pnom	3100 W ac
User's needs	Unlimited load (grid)			

Main simulation results
 System Production **Produced Energy 5.84 MWh/year** Specific prod. 1826 kWh/kWp/year
 Performance Ratio PR **78.3 %**



New simulation variant Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	EffArrR %	EffSysR %
January	66.0	11.60	128.6	127.0	0.360	0.339	11.93	11.25
February	74.0	10.90	121.9	120.2	0.341	0.321	11.91	11.23
March	104.0	11.80	146.6	144.0	0.406	0.383	11.81	11.13
April	147.0	13.90	200.5	197.3	0.547	0.517	11.64	10.99
May	182.0	18.00	236.4	232.8	0.636	0.602	11.47	10.85
June	201.0	22.10	271.8	268.2	0.708	0.670	11.11	10.50
July	213.0	25.60	295.5	291.9	0.755	0.714	10.89	10.30
August	200.0	26.30	290.0	286.7	0.737	0.698	10.83	10.25
September	155.0	24.30	239.7	236.8	0.619	0.586	11.00	10.41
October	106.0	20.50	174.6	172.4	0.464	0.438	11.32	10.69
November	66.0	16.40	123.4	121.8	0.331	0.312	11.44	10.76
December	52.0	13.50	102.0	100.7	0.281	0.264	11.72	11.01
Year	1566.0	17.95	2330.9	2299.8	6.186	5.842	11.31	10.68

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

Ο βαθμός απόδοσης(Performance Ratio) από το συνδυασμό πλαισίου – αντιστροφέα αγγίζει το 78,3%. Από το DC εύρος τάσης διασύνδεσης του αντιστροφέα(125V-300V), την τάση που αναπτύσσεται στα άκρα του από τα πλαίσια(188V) και από την ελάχιστη τάση (125V) που απαιτείται για τα ονομαστικά του στοιχεία καταλήγουμε στο ότι θα έχουμε ομαλή λειτουργία όταν στα πάνελ προσκρούει το ελάχιστο του 66,5% της απόλυτης δυνατής ακτινοβολίας($G=1000\text{W/m}^2$). Άρα η κρίσιμη ακτινοβολία που θα θέτει εκτός λειτουργίας τον αντιστροφέα είναι κάτω από το όριο του 66,5%. Η ενέργεια που παράγεται από το κάθε πλαίσιο φτάνει τις 1826kWh/kWp/έτος ενώ της συστοιχίας(που συνδέεται στον αντιστροφέα) είναι 5,84MWh/έτος. Οι συνολικές απώλειες από την άλλη εκτιμώνται ότι θα είναι στους μετατροπείς 16,8% ενώ στους αντιστροφέις 5,6%.

ν) 200Wp AUVERSUN Fix

Σε αυτή την μελέτη η υλοποίηση γίνεται με Φ/Β πλαίσια της AUVERSUN ονομαστικής ισχύος 200W (μοντέλο:AVA200P54NN) και αντιστροφέις της KACO new energy ονομαστικής ισχύος 3.1kW (μοντέλο:Blue Planet 2901xi).

Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης που ακολουθεί αναφέρονται σε έναν αντιστροφέα, αν πολλαπλασιάσουμε την ονομαστική του τιμή με το 32(αριθμός αντιστροφέων) τότε έχουμε ισχύ 102,4 kW DC. Έχουμε λοιπόν 32 συστοιχίες φωτοβολταϊκών, 1 συνδεδεμένη σε κάθε αντιστροφέα η κάθε συστοιχία αποτελείται από 16 μετατροπείς μετατροπείς συνδέονται 8 σε σειρά και 2 παράλληλα, με την τάση στα άκρα του αντιστροφέα να φτάνει τα 194V ενώ το ρεύμα που τον διαρρέει τα 15A.

Grid-Connected System: Simulation parameters

Project : 100kWaplo

Geographical Site Athinai **Country** Greece

Situation Latitude 38.0°N Longitude 23.4°E
 Time defined as Legal Time Time zone UT+2 Altitude 107 m
 Albedo 0.20

Meteo data : Athinai, Synthetic Hourly data

Simulation variant : New simulation variant
 Simulation date 27/12/11 10h17

Simulation parameters

Collector Plane Orientation Tilt 29° Azimuth 0°

Horizon Free Horizon

Near Shadings No Shadings

PV Array Characteristics

PV module Si-poly Model **AVA200P54NN**
 Manufacturer Auversun

Number of PV modules In series 8 modules In parallel 2 strings
 Total number of PV modules Nb. modules 16 Unit Nom. Power 200 Wp
 Array global power Nominal (STC) **3200 Wp** At operating cond. 2885 Wp (50°C)
 Array operating characteristics (50°C) U mpp 194 V I mpp 15 A
 Total area Module area **23.7 m²** Cell area 21.0 m²

Inverter Model **Blue Planet 2901 xi**
 Manufacturer KACO new energy

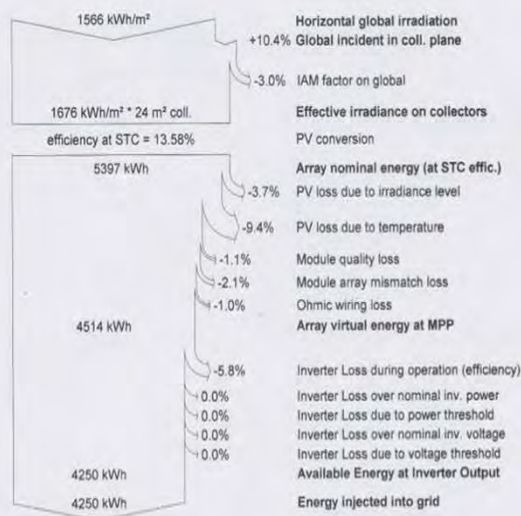
Characteristics Operating Voltage 125-300 V Unit Nom. Power 3.10 kW AC

PV Array loss factors

Thermal Loss factor U_c (const) 20.0 W/m²K U_v (wind) 0.0 W/m²K / m/s
 => Nominal Oper. Coll. Temp. (G=800 W/m², T_{amb}=20°C, Wind=1 m/s.) NOCT 56 °C

Wiring Ohmic Loss Global array res. 220 mOhm Loss Fraction 1.5 % at STC
 Module Quality Loss Loss Fraction 1.0 %
 Module Mismatch Losses Loss Fraction 2.0 % at MPP
 Incidence effect, ASHRAE parametrization IAM = 1 - b₀ (1/cos i - 1) b₀ Parameter 0.05

Loss diagram over the whole year

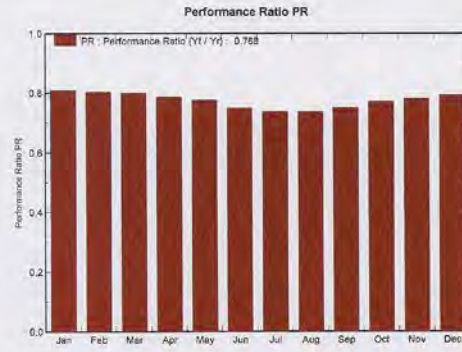
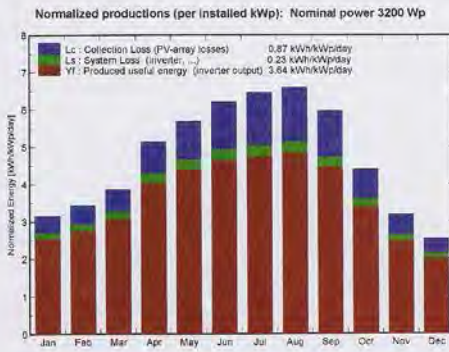


Grid-Connected System: Main results

Project : 100kWaplo
Simulation variant : New simulation variant

Main system parameters
 System type **Grid-Connected**
 PV Field Orientation tilt 29° azimuth 0°
 PV modules Model AVA200P54NN Pnom 200 Wp
 PV Array Nb. of modules 16 Pnom total **3200 Wp**
 Inverter Model Blue Planet 2901 xi Pnom 3100 W ac
 User's needs Unlimited load (grid)

Main simulation results
 System Production **Produced Energy 4250 kWh/year** Specific prod. 1328 kWh/kWp/year
 Performance Ratio PR 76.8 %



New simulation variant
Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray kWh	E_Grid kWh	EffArrR %	EffSysR %
January	66.0	11.60	98.2	95.3	270.3	254.3	11.61	10.92
February	74.0	10.90	96.5	93.7	264.0	248.1	11.54	10.85
March	104.0	11.80	119.9	116.4	326.6	306.9	11.49	10.79
April	147.0	13.90	154.7	150.2	413.9	389.7	11.29	10.62
May	182.0	18.00	176.6	171.1	465.1	438.4	11.11	10.47
June	201.0	22.10	186.4	180.0	475.0	447.2	10.75	10.12
July	213.0	25.60	200.5	193.7	502.2	473.5	10.57	9.96
August	200.0	26.30	204.8	198.7	512.4	483.6	10.56	9.96
September	155.0	24.30	179.3	174.3	456.1	430.5	10.73	10.13
October	106.0	20.50	137.1	133.4	359.5	338.7	11.06	10.42
November	66.0	16.40	95.7	92.9	254.9	239.1	11.23	10.54
December	52.0	13.50	78.7	76.4	213.6	199.9	11.44	10.71
Year	1566.0	17.95	1728.4	1676.1	4513.6	4249.9	11.02	10.37

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

Ο βαθμός απόδοσης(Performance Ratio) από το συνδυασμό πλαισίου – αντιστροφέα αγγίζει το 76,8%. Από το DC εύρος τάσης διασύνδεσης του αντιστροφέα(125V-300V), την τάση που αναπτύσσεται στα άκρα του από τα πλαίσια(194V) και από την ελάχιστη τάση (125V) που απαιτείται για τα ονομαστικά του στοιχεία καταλήγουμε στο ότι θα έχουμε ομαλή λειτουργία όταν στα πάνελ προσκρούει το ελάχιστο του 64,4% της απόλυτης δυνατής ακτινοβολίας($G=1000\text{W/m}^2$). Άρα η κρίσιμη ακτινοβολία που θα θέτει εκτός λειτουργίας τον αντιστροφέα είναι κάτω από το όριο του 64,4%. Η ενέργεια που παράγεται από το κάθε πλαίσιο φτάνει τις 1328kWh/kWp/έτος ενώ της συστοιχίας(που συνδέεται στον αντιστροφέα) είναι 4250kWh/έτος. Οι συνολικές απώλειες από την άλλη εκτιμώνται ότι θα είναι στους μετατροπείς 17,3% ενώ στους αντιστροφείς 5,8%.

vi) 200Wp AUVERSUN Tracking

Τα δεδομένα αυτής της προσομοίωσης δεν διαφέρουν από την προηγούμενη, πέραν της ύπαρξης του συστήματος παρακολούθησης του ηλίου(tracking) το οποίο βέβαια αλλάζει το ύψος τοποθέτησης των πάνελ.

Grid-Connected System: Simulation parameters

Project : 100kWaplo

Geographical Site Athinai **Country** Greece

Situation Latitude 38.0°N Longitude 23.4°E
 Time defined as Legal Time Time zone UT+2 Altitude 107 m
 Albedo 0.20

Meteo data : Athinai, Synthetic Hourly data

Simulation variant : New simulation variant
 Simulation date 28/12/11 11h41

Simulation parameters

Tracking plane, two axis Minimum Tilt -90° Maximum Tilt 90°
 Rotation Limitations Minimum Azimuth -180° Maximum Azimuth 180°

Horizon Free Horizon
Near Shadings No Shadings

PV Array Characteristics

PV module Si-poly Model **AVA200P54NN**
 Manufacturer Auversun

Number of PV modules In series 8 modules In parallel 2 strings
 Total number of PV modules Nb. modules 16 Unit Nom. Power 200 Wp
 Array global power Nominal (STC) **3200 Wp** At operating cond. 2885 Wp (50°C)
 Array operating characteristics (50°C) U mpp 194 V I mpp 15 A
 Total area Module area **23.7 m²** Cell area 21.0 m²

Inverter Model **Blue Planet 2901 xi**
 Manufacturer KACO new energy

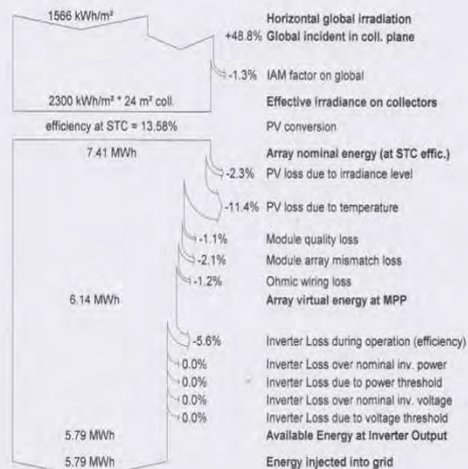
Characteristics Operating Voltage 125-300 V Unit Nom. Power 3.10 kW AC

PV Array loss factors

Thermal Loss factor U_c (const) 20.0 W/m²K U_v (wind) 0.0 W/m²K / m/s
 => Nominal Oper. Coll. Temp. (G=800 W/m², Tamb=20°C, Wind=1 m/s.) NOCT 56 °C

Wiring Ohmic Loss Global array res. 220 mOhm Loss Fraction 1.5 % at STC
 Module Quality Loss Loss Fraction 1.0 %
 Module Mismatch Losses Loss Fraction 2.0 % at MPP
 Incidence effect, ASHRAE parametrization IAM = 1 - bo (1/cos i - 1) bo Parameter 0.05

Loss diagram over the whole year

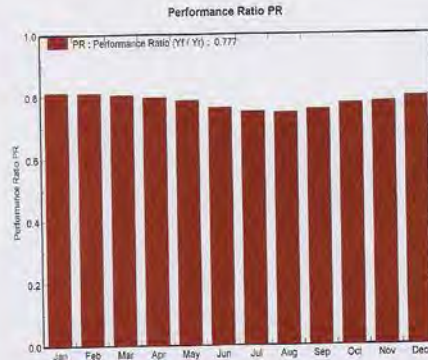
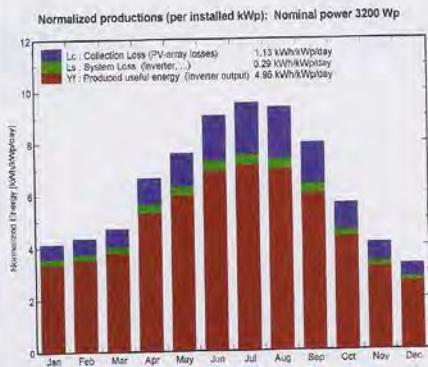


Grid-Connected System: Main results

Project : 100kWaplo
Simulation variant : New simulation variant

Main system parameters	System type	Grid-Connected		
PV Field Orientation	Tracking two axis			
PV modules	Model	AVA200P54NN	Pnom	200 Wp
PV Array	Nb. of modules	16	Pnom total	3200 Wp
Inverter	Model	Blue Planet 2901 xi	Pnom	3100 W ac
User's needs	Unlimited load (grid)			

Main simulation results
 System Production **Produced Energy 5.79 MWh/year** Specific prod. 1811 kWh/kWp/year
 Performance Ratio PR **77.7 %**



New simulation variant Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	EffArrR %	EffSysR %
January	66.0	11.60	128.6	127.0	0.356	0.336	11.68	11.01
February	74.0	10.90	121.9	120.2	0.336	0.317	11.65	10.98
March	104.0	11.80	146.6	144.0	0.402	0.378	11.56	10.89
April	147.0	13.90	200.5	197.3	0.542	0.512	11.41	10.77
May	182.0	18.00	236.4	232.8	0.630	0.596	11.25	10.64
June	201.0	22.10	271.8	268.2	0.704	0.665	10.92	10.33
July	213.0	25.60	295.5	291.9	0.751	0.710	10.72	10.14
August	200.0	26.30	290.0	286.7	0.734	0.694	10.67	10.10
September	155.0	24.30	239.7	236.8	0.615	0.582	10.83	10.24
October	106.0	20.50	174.6	172.4	0.460	0.434	11.11	10.49
November	66.0	16.40	123.4	121.8	0.328	0.309	11.22	10.56
December	52.0	13.50	102.0	100.7	0.278	0.261	11.47	10.78
Year	1566.0	17.95	2330.9	2299.8	6.136	5.794	11.10	10.49

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

Ο βαθμός απόδοσης(Performance Ratio) από το συνδυασμό πλαισίου – αντιστροφέα αγγίζει το 77,7%.Από το DC εύρος τάσης διασύνδεσης του αντιστροφέα(125V-300V),την τάση που αναπτύσσεται στα άκρα του από τα πλαίσια(194V) και από την ελάχιστη τάση (125V)που απαιτείται για τα ονομαστικά του στοιχεία καταλήγουμε στο ότι θα έχουμε ομαλή λειτουργία όταν στα πάνελ προσκρούει το ελάχιστο του 64,4% της απόλυτης δυνατής ακτινοβολίας($G=1000W/m^2$).Άρα η κρίσιμη ακτινοβολία που θα θέτει εκτός λειτουργίας τον αντιστροφέα είναι κάτω από το όριο του 64,4%.Η ενέργεια που παράγεται από το κάθε πλαίσιο φτάνει τις 1811kWh/kWp/έτος ενώ των 2 συστοιχιών (που συνδέονται στον αντιστροφέα)είναι 5,79MWh/έτος.Οι συνολικές απώλειες από την άλλη εκτιμώνται ότι θα είναι στους μετατροπείς 18,1% ενώ στους αντιστροφείς 5,6%.

vii) 200Wp SOLON Fix

Σε αυτή την μελέτη η υλοποίηση γίνεται με Φ/Β πλαίσια της SOLON ονομαστικής ισχύος 200W (μοντέλο:Blue 220/01(200))και αντιστροφείς της KACO new energy ονομαστικής ισχύος 3.1kW (μοντέλο:Blue Planet 2901xi).

Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης που ακολουθεί αναφέρονται σε έναν αντιστροφέα, αν πολλαπλασιάσουμε την ονομαστική του τιμή με το 32(αριθμός αντιστροφέων)τότε έχουμε ισχύ 102,4 kW DC. Έχουμε 32 συστοιχίες φωτοβολταϊκών,1 συνδεδεμένη σε κάθε αντιστροφέα, όπου η κάθε συστοιχία αποτελείται από 16 μετατροπείς. Οι μετατροπείς συνδέονται 8 σε σειρά και 2 παράλληλα, με την τάση στα άκρα του αντιστροφέα να φτάνει τα 200V ενώ το ρεύμα που τον διαρρέει τα 14A.

Grid-Connected System: Simulation parameters

Project :	100kWaplo		
Geographical Site	Athinai	Country	Greece
Situation	Latitude 38.0°N	Longitude	23.4°E
Time defined as	Legal Time Time zone UT+2	Altitude	107 m
	Albedo 0.20		
Meteo data :	Athinai, Synthetic Hourly data		
Simulation variant :	New simulation variant		
	Simulation date 29/12/11 13h50		

Simulation parameters

Collector Plane Orientation	Tilt 29°	Azimuth 0°
Horizon	Free Horizon	
Near Shadings	No Shadings	

PV Array Characteristics

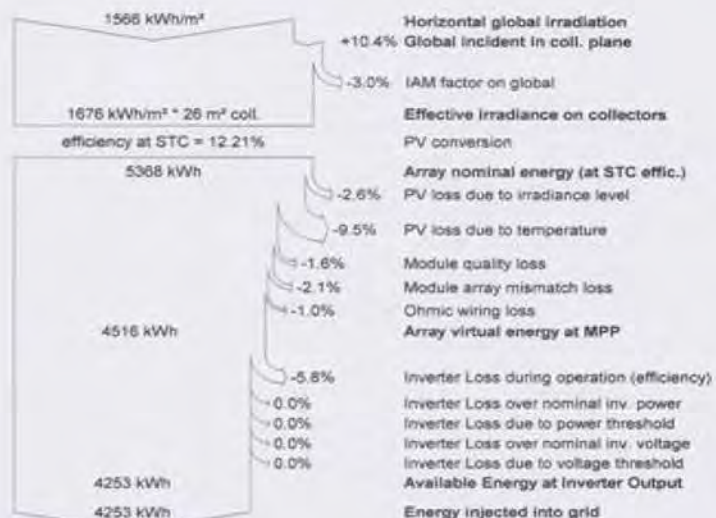
PV module	Si-poly	Model	Blue 220/01(200)	
		Manufacturer	Solon SE	
Number of PV modules		In series	8 modules	In parallel 2 strings
Total number of PV modules		Nb. modules	16	Unit Nom. Power 200 Wp
Array global power		Nominal (STC)	3200 Wp	At operating cond. 2866 Wp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	200 V	I mpp 14 A
Total area		Module area	26.2 m²	

Inverter	Model	Blue Planet 2901 xi	
	Manufacturer	KACO new energy	
Characteristics	Operating Voltage	125-300 V	Unit Nom. Power 3.10 kW AC

PV Array loss factors

Thermal Loss factor	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
=> Nominal Oper. Coll. Temp. (G=800 W/m², Tamb=20°C, Wind=1 m/s.)			NOCT	56 °C
Wiring Ohmic Loss	Global array res.	232 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
Module Quality Loss			Loss Fraction	1.5 %
Module Mismatch Losses			Loss Fraction	2.0 % at MPP
Incidence effect, ASHRAE parametrization	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	bo Parameter	0.05

Loss diagram over the whole year

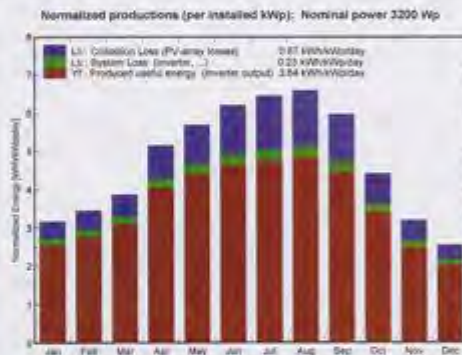


Grid-Connected System: Main results

Project : 100kWaplo
Simulation variant : New simulation variant

Main system parameters	System type	Grid-Connected	
PV Field Orientation	tilt	29°	azimuth 0°
PV modules	Model	Blue 220/01(200)	Pnom 200 Wp
PV Array	Nb. of modules	16	Pnom total 3200 Wp
Inverter	Model	Blue Planet 2901.xi	Pnom 3100 W ac
User's needs	Unlimited load (grid)		

Main simulation results
 System Production **Produced Energy 4253 kWh/year** Specific prod. 1329 kWh/kWp/year
 Performance Ratio PR **76.9 %**



New simulation variant
Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray kWh	E_Grid kWh	EffArrR %	EffSysR %
January	98.0	11.60	98.2	95.3	271.3	255.2	10.53	9.90
February	74.0	10.90	96.5	93.7	264.9	249.0	10.46	9.83
March	104.0	11.80	119.9	116.4	327.3	307.5	10.40	9.77
April	147.0	13.90	154.7	150.2	414.0	389.8	10.20	9.60
May	182.0	18.00	176.6	171.1	465.5	438.8	10.05	9.47
June	201.0	22.10	186.4	180.0	474.7	447.0	9.70	9.14
July	213.0	25.60	200.5	193.7	501.9	473.2	9.54	9.00
August	200.0	26.30	204.8	198.7	511.7	482.9	9.52	8.99
September	155.0	24.30	179.3	174.3	455.6	430.1	9.69	9.14
October	106.0	20.50	137.1	133.4	359.9	339.1	10.01	9.43
November	86.0	16.40	95.7	92.9	255.5	239.7	10.17	9.54
December	52.0	13.50	78.7	76.4	214.3	200.7	10.37	9.71
Year	1566.0	17.95	1728.4	1676.1	4516.5	4253.0	9.65	9.38

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

Ο βαθμός απόδοσης(Performance Ratio) από το συνδυασμό πλαισίου – αντιστροφέα αγγίζει το 76,9%.Από το DC εύρος τάσης διασύνδεσης του αντιστροφέα(125V-300V),την τάση που αναπτύσσεται στα άκρα του από τα πλαίσια(200V) και από την ελάχιστη τάση (125V)που απαιτείται για τα ονομαστικά του στοιχεία καταλήγουμε στο ότι θα έχουμε ομαλή λειτουργία όταν στα πάνελ προσκρούει το ελάχιστο του 62,5% της απόλυτης δυνατής ακτινοβολίας($G=1000\text{W/m}^2$).Άρα η κρίσιμη ακτινοβολία που θα θέτει εκτός λειτουργίας τον αντιστροφέα είναι κάτω από το όριο του 62,5%.Η ενέργεια που παράγεται από το κάθε πλαίσιο φτάνει τις 1329kWh/kWp/έτος ενώ της συστοιχίας(που συνδέεται στον αντιστροφέα)είναι 4253kWh/έτος.Οι συνολικές απώλειες από την άλλη εκτιμώνται ότι θα είναι στους μετατροπείς 16,8% ενώ στους αντιστροφείς 5,8%.

viii) 200Wp SOLON Tracking

Τα δεδομένα αυτής της προσομοίωσης δεν διαφέρουν από την προηγούμενη, πέραν της ύπαρξης του συστήματος παρακολούθησης του ηλίου(tracking)το οποίο βέβαια αλλάζει το ύψος τοποθέτησης των πάνελ.

Grid-Connected System: Simulation parameters

Project : 100kWaplo

Geographical Site Athinal **Country** Greece

Situation Latitude 38.0°N Longitude 23.4°E
 Time defined as Legal Time Time zone UT+2 Altitude 107 m
 Albedo 0.20

Meteo data : Athinal, Synthetic Hourly data

Simulation variant : New simulation variant
 Simulation date 29/12/11 13h11

Simulation parameters

Tracking plane, two axis Minimum Tilt -90° Maximum Tilt 90°
 Rotation Limitations Minimum Azimuth -180° Maximum Azimuth 180°

Horizon Free Horizon
Near Shadings No Shadings

PV Array Characteristics

PV module Si-poly Model **Blue 220/01(200)**
 Manufacturer Solon SE

Number of PV modules In series 8 modules In parallel 2 strings
 Total number of PV modules Nb. modules 16 Unit Nom. Power 200 Wp
 Array global power Nominal (STC) **3200 Wp** At operating cond. 2866 Wp (50°C)
 Array operating characteristics (50°C) U mpp 200 V I mpp 14 A
 Total area Module area **26.2 m²**

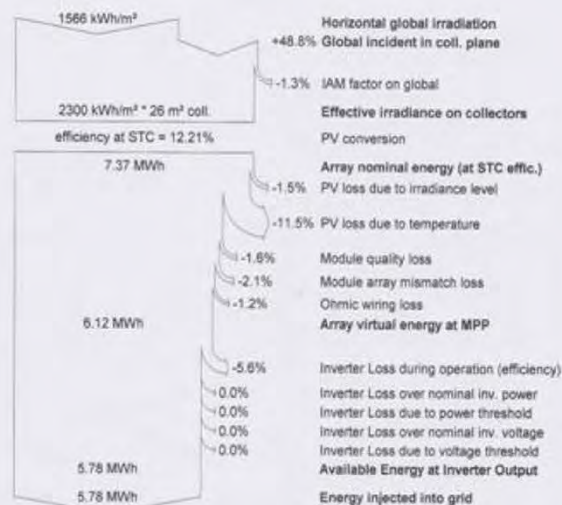
Inverter Model **Blue Planet 2901 xi**
 Manufacturer KACO new energy
 Characteristics Operating Voltage 125-300 V Unit Nom. Power 3.10 kW AC

PV Array loss factors

Thermal Loss factor Uc (const) 20.0 W/m²K Uv (wind) 0.0 W/m²K / m/s
 => Nominal Oper. Coll. Temp. (G=800 W/m², Tamb=20°C, Wind=1 m/s.) NOCT 56 °C

Wiring Ohmic Loss Global array res. 232 mOhm Loss Fraction 1.5 % at STC
 Module Quality Loss Loss Fraction 1.5 %
 Module Mismatch Losses Loss Fraction 2.0 % at MPP
 Incidence effect, ASHRAE parametrization IAM = 1 - bo (1/cos i - 1) bo Parameter 0.05

Loss diagram over the whole year

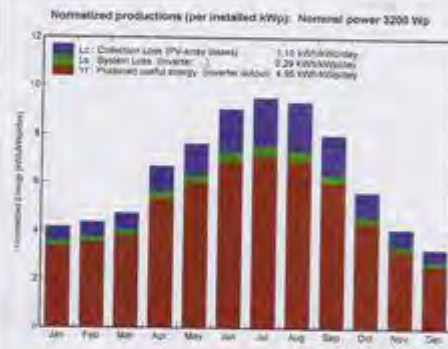


Grid-Connected System: Main results

Project : 100kWaplo
Simulation variant : New simulation variant

Main system parameters	System type	Grid-Connected	
PV Field Orientation	Tracking two axis		
PV modules	Model	Blue 220/01(200)	P _{nom} 200 Wp
PV Array	Nb. of modules	16	P _{nom total} 3200 Wp
Inverter	Model	Blue Planet 2901 xl	P _{nom} 3100 W ac
User's needs	Unlimited load (grid)		

Main simulation results
 System Production **Produced Energy 5.78 MWh/year** Specific prod. 1805 kWh/kWp/year
Performance Ratio PR 77.4 %



New simulation variant Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	EMArrR %	EffSysR %
January	86.0	11.80	128.8	127.0	0.355	0.335	10.53	9.93
February	74.0	10.90	121.9	120.2	0.336	0.317	10.52	9.92
March	104.0	11.80	145.5	144.0	0.401	0.378	10.43	9.82
April	147.0	13.90	200.5	197.3	0.541	0.511	10.28	9.71
May	182.0	18.00	236.4	232.8	0.629	0.595	10.14	9.59
June	201.0	22.10	271.8	268.2	0.701	0.663	9.83	9.29
July	213.0	25.60	295.5	291.9	0.747	0.707	9.64	9.12
August	200.0	26.30	290.0	286.7	0.730	0.691	9.59	9.08
September	155.0	24.30	239.7	236.8	0.613	0.580	9.74	9.21
October	106.0	20.50	174.6	172.4	0.459	0.433	10.01	9.46
November	86.0	16.40	123.4	121.8	0.327	0.308	10.11	9.50
December	82.0	13.50	102.0	100.7	0.277	0.260	10.34	9.72
Year	1588.0	17.95	2330.9	2299.8	6.117	5.777	10.00	9.45

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
 EMArrR Effic. Eout array / rough area
 EffSysR Effic. Eout system / rough area

Ο βαθμός απόδοσης(Performance Ratio) από το συνδυασμό πλαισίου – αντιστροφέα αγγίζει το 77,4%. Από το DC εύρος τάσης διασύνδεσης του αντιστροφέα(125V-300V), την τάση που αναπτύσσεται στα άκρα του από τα πλαίσια(200V) και από την ελάχιστη τάση (125V) που απαιτείται για τα ονομαστικά του στοιχεία καταλήγουμε στο ότι θα έχουμε ομαλή λειτουργία όταν στα πάνελ προσκρούει το ελάχιστο του 62,5% της απόλυτης δυνατής ακτινοβολίας($G=1000\text{W/m}^2$). Άρα η κρίσιμη ακτινοβολία που θα θέτει εκτός λειτουργίας τον αντιστροφέα είναι κάτω από το όριο του 62,5%. Η ενέργεια που παράγεται από το κάθε πλαίσιο φτάνει τις 1805kWh/kWp/έτος ενώ της συστοιχίας(που συνδέεται στον αντιστροφέα) είναι 5,78MWh/έτος. Οι συνολικές απώλειες από την άλλη εκτιμώνται ότι θα είναι στους μετατροπείς 17,9% ενώ στους αντιστροφέις 5,6%.

ix) 300Wp SOLON Fix

Σε αυτή την μελέτη η υλοποίηση γίνεται με Φ/Β πλαίσια της SOLON ονομαστικής ισχύος 300W (μοντέλο:Blue 220/17(300))και αντιστροφέις της KACO new energy ονομαστικής ισχύος 3.1kW (μοντέλο:Blue Planet 2901xi).

Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης που ακολουθεί αναφέρονται σε έναν αντιστροφέα, αν πολλαπλασιάσουμε την ονομαστική του τιμή με το 33(αριθμός αντιστροφέων)τότε έχουμε ισχύ 99 kW DC..Έχουμε λοιπόν 33 συστοιχίες φωτοβολταϊκών, 1 συνδεδεμένη σε κάθε αντιστροφέα, όπου η κάθε συστοιχία αποτελείται από 10 μετατροπείς. Οι μετατροπείς συνδέονται 5 σε σειρά και 2 παράλληλα, με την τάση στα άκρα του αντιστροφέα να φτάνει τα 171V ενώ το ρεύμα που τον διαρρέει τα 16A.

Grid-Connected System: Simulation parameters

Project :	100kWaplo			
Geographical Site	Athinai	Country	Greece	
Situation	Latitude	38.0°N	Longitude	23.4°E
Time defined as	Legal Time	Time zone UT+2	Altitude	107 m
	Albedo	0.20		
Meteo data :	Athinai, Synthetic Hourly data			

Simulation variant :	New simulation variant		
	Simulation date	29/12/11 13h59	

Simulation parameters

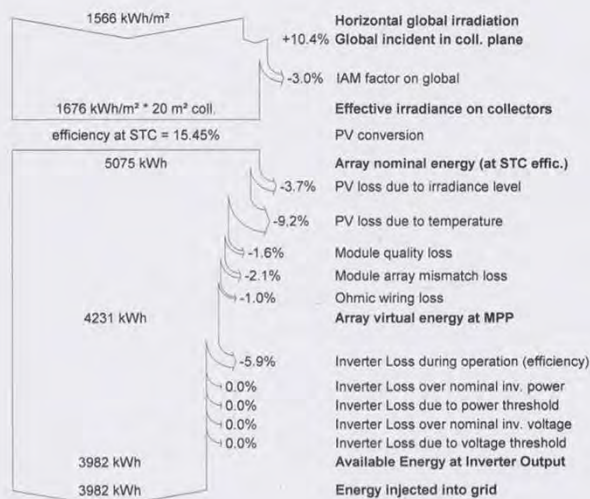
Collector Plane Orientation	Tilt	29°	Azimuth	0°
Horizon	Free Horizon			
Near Shadings	No Shadings			

PV Array Characteristics				
PV module	Si-poly	Model	Blue 270/17(300)	
	Manufacturer	Solon SE		
Number of PV modules	In series	5 modules	In parallel	2 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	10	Unit Nom. Power	300 Wp
Array global power	Nominal (STC)	3000 Wp	At operating cond.	2713 Wp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	171 V	I mpp	16 A
Total area	Module area	19.6 m²		

Inverter	Model	Blue Planet 2901 xi		
	Manufacturer	KACO new energy		
Characteristics	Operating Voltage	125-300 V	Unit Nom. Power	3.10 kW AC

PV Array loss factors				
Thermal Loss factor	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
=> Nominal Oper. Coll. Temp. (G=800 W/m², Tamb=20°C, Wind=1 m/s.)			NOCT	56 °C
Wiring Ohmic Loss	Global array res.	179 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
Module Quality Loss			Loss Fraction	1.5 %
Module Mismatch Losses			Loss Fraction	2.0 % at MPP
Incidence effect, ASHRAE parametrization	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1) bo Parameter		
				0.05

Loss diagram over the whole year

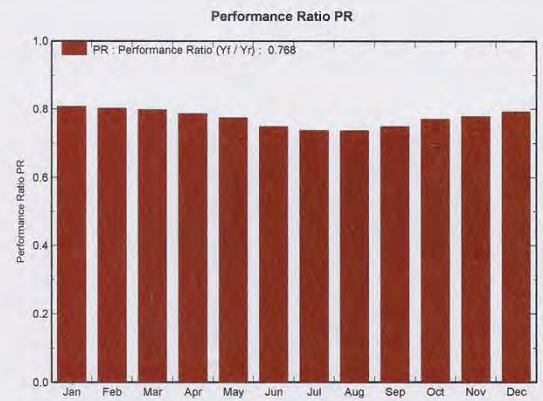
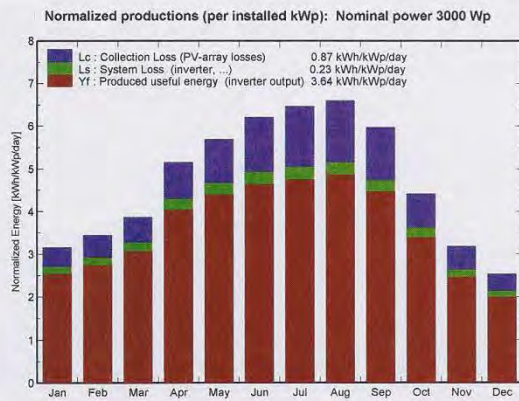


Grid-Connected System: Main results

Project : 100kWaplo
Simulation variant : New simulation variant

Main system parameters	System type	Grid-Connected		
PV Field Orientation	tilt	29°	azimuth	0°
PV modules	Model	Blue 270/17(300)	Pnom	300 Wp
PV Array	Nb. of modules	10	Pnom total	3000 Wp
Inverter	Model	Blue Planet 2901 xi	Pnom	3100 W ac
User's needs	Unlimited load (grid)			

Main simulation results				
System Production	Produced Energy	3982 kWh/year	Specific prod.	1327 kWh/kWp/year
	Performance Ratio PR	76.8 %		



New simulation variant Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E_Grid kWh	EffArrR %	EffSysR %
January	66.0	11.60	98.2	95.3	253.4	238.1	13.17	12.37
February	74.0	10.90	96.5	93.7	247.5	232.4	13.09	12.29
March	104.0	11.80	119.9	116.4	306.3	287.5	13.03	12.24
April	147.0	13.90	154.7	150.2	388.0	365.1	12.80	12.04
May	182.0	18.00	176.6	171.1	435.8	410.6	12.60	11.87
June	201.0	22.10	186.4	180.0	445.3	419.0	12.19	11.47
July	213.0	25.60	200.5	193.7	470.7	443.7	11.98	11.30
August	200.0	26.30	204.8	198.7	480.3	453.2	11.97	11.30
September	155.0	24.30	179.3	174.3	427.4	403.3	12.17	11.49
October	106.0	20.50	137.1	133.4	336.9	317.3	12.54	11.81
November	66.0	16.40	95.7	92.9	239.1	224.1	12.75	11.95
December	52.0	13.50	78.7	76.4	200.4	187.3	12.99	12.14
Year	1566.0	17.95	1728.4	1676.1	4231.0	3981.6	12.49	11.76

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

Ο βαθμός απόδοσης(Performance Ratio) από το συνδυασμό πλαισίου – αντιστροφέα αγγίζει το 76,8%. Από το DC εύρος τάσης διασύνδεσης του αντιστροφέα(125V-300V), την τάση που αναπτύσσεται στα άκρα του από τα πλαίσια(171V) και από την ελάχιστη τάση (125V) που απαιτείται για τα ονομαστικά του στοιχεία καταλήγουμε στο ότι θα έχουμε ομαλή λειτουργία όταν στα πάνελ προσκρούει το ελάχιστο του 73,1% της απόλυτης δυνατής ακτινοβολίας($G=1000\text{W/m}^2$). Άρα η κρίσιμη ακτινοβολία που θα θέτει εκτός λειτουργίας τον αντιστροφέα είναι κάτω από το όριο του 73,1%. Η ενέργεια που παράγεται από το κάθε πλαίσιο φτάνει τις 1327kWh/kWp/έτος της συστοιχίας(που συνδέεται στον αντιστροφέα)είναι 3982kWh/έτος. Οι συνολικές απώλειες από την άλλη εκτιμώνται ότι θα είναι στους μετατροπείς 17,6% ενώ στους αντιστροφείς 5,9%.

x) 300Wp SOLON Tracking

Τα δεδομένα αυτής της προσομοίωσης δεν διαφέρουν από την προηγούμενη, πέραν της ύπαρξης του συστήματος παρακολούθησης του ηλίου(tracking)το οποίο βέβαια αλλάζει το ύψος τοποθέτησης των πάνελ.

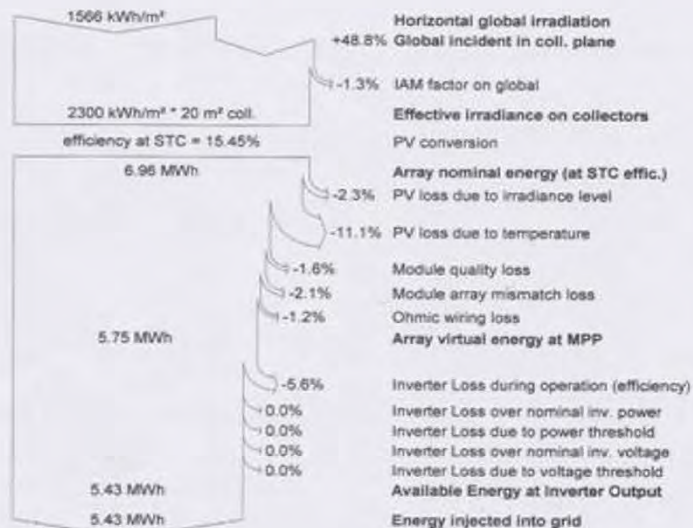
Grid-Connected System: Simulation parameters

Project :	100kWaplo		
Geographical Site	Athinal	Country	Greece
Situation	Latitude 38.0°N	Longitude	23.4°E
Time defined as	Legal Time Time zone UT+2	Altitude	107 m
	Albedo 0.20		
Meteo data :	Athinal, Synthetic Hourly data		
Simulation variant :	New simulation variant		
	Simulation date	29/12/11 12h19	

Simulation parameters

Tracking plane, two axis	Minimum Tilt	-90°	Maximum Tilt	90°
Rotation Limitations	Minimum Azimuth	-180°	Maximum Azimuth	180°
Horizon	Free Horizon			
Near Shadings	No Shadings			
PV Array Characteristics				
PV module	Si-poly	Model	Blue 270/17(300)	
		Manufacturer	Solon SE	
Number of PV modules		In series	5 modules	In parallel 2 strings
Total number of PV modules		Nb. modules	10	Unit Nom. Power 300 Wp
Array global power		Nominal (STC)	3000 Wp	At operating cond. 2713 Wp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	171 V	I mpp 16 A
Total area		Module area	19.6 m²	
Inverter				
		Model	Blue Planet 2901 xi	
		Manufacturer	KACO new energy	
Characteristics		Operating Voltage	125-300 V	Unit Nom. Power 3.10 kW AC
PV Array loss factors				
Thermal Loss factor	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
=> Nominal Oper. Coll. Temp. (G=800 W/m², Tamb=20°C, Wind=1 m/s.)			NOCT	56 °C
Wiring Ohmic Loss	Global array res.	179 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
Module Quality Loss			Loss Fraction	1.5 %
Module Mismatch Losses			Loss Fraction	2.0 % at MPP
Incidence effect, ASHRAE parametrization	IAM = 1 - bo (1/cos i - 1)	bo Parameter	0.05	

Loss diagram over the whole year

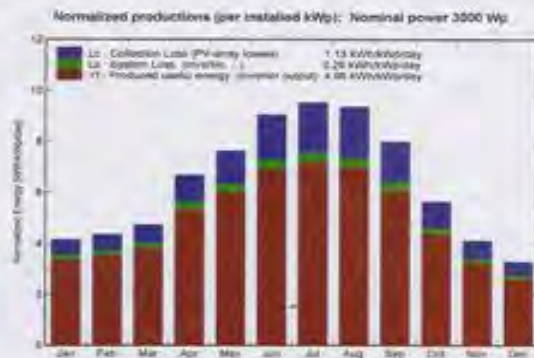


Grid-Connected System: Main results

Project : 100kWaplo
Simulation variant : New simulation variant

Main system parameters	System type Grid-Connected		
PV Field Orientation	Tracking two axis		
PV modules	Model Blue 270/17(300)	Pnom	300 Wp
PV Array	Nb. of modules 10	Pnom total	3000 Wp
Inverter	Model Blue Planet 2901 xi	Pnom	3100 W ac
User's needs	Unlimited load (grid)		

Main simulation results
System Production **Produced Energy** 5.43 MWh/year **Specific prod.** 1810 kWh/kWp/year
Performance Ratio PR 77.7 %



New simulation variant Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	EFFArrR %	EFFSysR %
January	66.0	11.60	126.6	127.0	0.334	0.314	13.24	12.48
February	74.0	10.90	121.9	120.2	0.315	0.297	13.21	12.44
March	104.0	11.80	146.6	144.0	0.377	0.354	13.11	12.34
April	147.0	13.90	200.5	197.3	0.508	0.480	12.93	12.21
May	182.0	18.00	236.4	232.8	0.590	0.558	12.75	12.06
June	201.0	22.10	271.8	268.2	0.859	0.824	12.38	11.71
July	213.0	25.60	295.5	291.9	0.704	0.666	12.16	11.50
August	200.0	26.30	290.0	286.7	0.688	0.651	12.10	11.46
September	155.0	24.30	239.7	236.8	0.577	0.546	12.28	11.62
October	106.0	20.50	174.6	172.4	0.431	0.407	12.60	11.90
November	66.0	16.40	123.4	121.8	0.308	0.290	12.74	11.98
December	62.0	13.50	102.0	100.7	0.260	0.244	13.02	12.23
Year	1566.0	17.95	2330.9	2299.6	5.751	5.431	12.59	11.89

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

Ο βαθμός απόδοσης(Performance Ratio) από το συνδυασμό πλαισίου – αντιστροφέα αγγίζει το 77,7%. Από το DC εύρος τάσης διασύνδεσης του αντιστροφέα(125V-300V), την τάση που αναπτύσσεται στα άκρα του από τα πλαίσια(171V) και από την ελάχιστη τάση (125V) που απαιτείται για τα ονομαστικά του στοιχεία καταλήγουμε στο ότι θα έχουμε ομαλή λειτουργία όταν στα πάνελ προσκρούει το ελάχιστο του 73,1% της απόλυτης δυνατής ακτινοβολίας($G=1000\text{W/m}^2$). Άρα η κρίσιμη ακτινοβολία που θα θέτει εκτός λειτουργίας τον αντιστροφέα είναι κάτω από το όριο του 73,1%. Η ενέργεια που παράγεται από το κάθε πλαίσιο φτάνει τις 1810kWh/kWp/έτος ενώ της συστοιχίας(που συνδέεται στον αντιστροφέα) είναι 5,43MWh/έτος. Οι συνολικές απώλειες από την άλλη εκτιμώνται ότι θα είναι στους μετατροπείς 18,3% ενώ στους αντιστροφείς 5,6%.

xi) Σύγκριση μεταξύ Fix και Tracker

Συγκρινόμενα τα δύο συστήματα προκύπτει ότι το σύστημα παρακολούθησης του ηλίου στα πλαίσια μας παράγει περισσότερο. Πιο συγκεκριμένα το Performance Ratio αυξάνει κατά 0,5% στα πλαίσια των 100Wp και 200Wp της Photowatt και των 200Wp της Solon ενώ στα πλαίσια των 200Wp της Auversun και των 300Wp της Solon αυξάνει κατά 0,9%.

Από τη χρήση του tracking οι απώλειες στους inverter, που είναι σταθερές για το κάθε σύστημα, είναι κατά 0,2% λιγότερες στα πλαίσια των 100Wp και 200Wp. Στα πλαίσια των 300Wp το Fix σύστημα αυξάνει απώλειες στους αντιστροφείς κατά 0,1% περισσότερο από τα πλαίσια των 100Wp και 200Wp, δηλαδή η διαφορά αγγίζει το 0,3%.

Το αντίθετο προκύπτει με τις απώλειες των πλαισίων όπου εκεί το Fix σύστημα υπερτερεί. Το σύστημα των σταθερών πλαισίων λοιπόν παρουσιάζει λιγότερες απώλειες κατά 1,2% στα 100Wp, κατά 1,1% στα 200Wp της Photowatt και της Solon ενώ στα πλαίσια των 200Wp της Auversun 0,8% και στα 300Wp της Solon η διαφορά μικραίνει στο 0,7%.

xii) Σύγκριση μεταξύ των διαφορετικών WP των πάνελ

Συγκρίνοντας λοιπόν τα πλαίσια του κάθε κατασκευαστή βλέπουμε ότι μεγαλώνοντας την ισχύ του πλαισίου αυξάνει το Performance Ratio, κατά συνέπεια και το ποσό της προσδοκώμενης παραγόμενης ενέργειας.

Αυτό που αυξάνει επίσης όσο μεγαλώνουμε την ονομαστική ισχύ των πλαισίων αλλά έχει σαν αποτέλεσμα έναν αρνητικό παρονομαστή είναι το ποσό της κρίσιμης ακτινοβολίας που θέτει εκτός λειτουργίας τον αντιστροφέα. Αναλυτικότερα στα πλαίσια των 100Wp πρέπει να προσπίπτει το 42,3% της απόλυτα δυνατής ακτινοβολίας($G=1000\text{W/m}^2$) για να έχουμε λειτουργία του αντιστροφέα και το νούμερο σχεδόν διπλασιάζεται(73,1%) στην ισχύ των 300Wp.

Δεν παρατηρούμε όμως μία τέτοια σχέση αναλογική όπως και στα παραπάνω όσον αφορά τις απώλειες των πλαισίων, να αυξάνουν ή να μειώνουν όσο μεγαλώνουν ή αυξάνουν τα Wp των πλαισίων. Τα πλαίσια των 200Wp είναι αυτά που παρουσιάζουν τις λιγότερες απώλειες(15,7%~18,1%),είτε συγκρινόμενα με τα μικρότερης ισχύος των 100Wp(18,1%~19,3%) είτε με τα ισχυρότερα των 300Wp(17,6%~18,3%).

2.3.2.2) Προσομοιώσεις με αντιστροφέα 10 kW

Σε αυτή την ενότητα προσομοιώσεων αποφασίσαμε να μην χρησιμοποιήσουμε τα πλαίσια της AUVERSUN αφού μετά τις παραπάνω συγκρίσεις αποδείχθηκε ως το χειρότερο της κατηγορίας του.

i) 100Wp PHOTOWATT Fix

Σε αυτή την μελέτη η υλοποίηση γίνεται με Φ/Β πλαίσια της PHOTOWATT ονομαστικής ισχύος 100W (μοντέλο: BIPV 100W) και αντιστροφείς της KACO new energy ονομαστικής ισχύος 10kW (μοντέλο: Powador 10.0 TL3). Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης που ακολουθεί αναφέρονται σε έναν αντιστροφέα, αν πολλαπλασιάσουμε την εγκατεστημένη του τιμή με το 11 τότε έχουμε 99 kW που είναι ο στόχος μας. Έχουμε λοιπόν 3 συστοιχίες φωτοβολταϊκών, συνδεδεμένες σε ένα αντιστροφέα, όπου η κάθε συστοιχία αποτελείται από 30 μετατροπείς. Οι μετατροπείς συνδέονται 30 σε σειρά και 3 παράλληλα, με την τάση στα άκρα του αντιστροφέα να φτάνει τα 448V ενώ το ρεύμα που τον διαρρέει τα 18A.

Grid-Connected System: Simulation parameters

Project :	Grid-Connected Project at Athinai			
Geographical Site	Athinai	Country	Greece	
Situation	Latitude	38.0°N	Longitude	23.4°E
Time defined as	Legal Time	Time zone UT+2	Altitude	107 m
	Albedo	0.20		
Meteo data :	Athinai, Synthetic Hourly data			
Simulation variant :	New simulation variant			
	Simulation date	22/05/12 17h21		

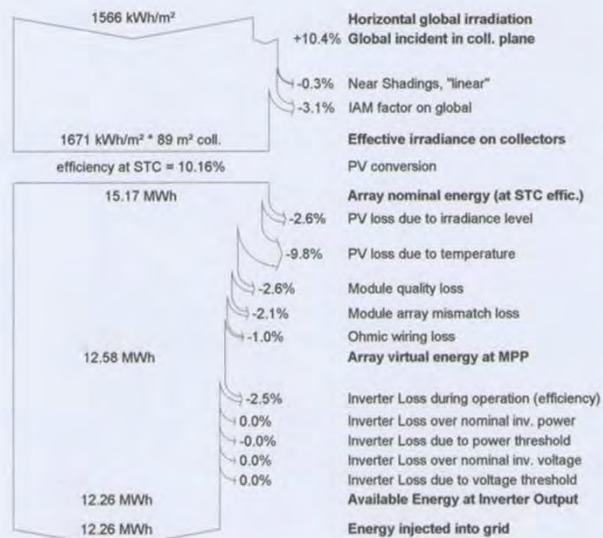
Simulation parameters

Collector Plane Orientation	Tilt	29°	Azimuth	0°
Horizon	Free Horizon			
Near Shadings	Linear shadings			
PV Array Characteristics				
PV module	Si-poly	Model	BIPV 100W	
	Manufacturer	Photowatt		
Number of PV modules	In series	30 modules	In parallel	3 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	90	Unit Nom. Power	100 Wp
Array global power	Nominal (STC)	9.00 kWp	At operating cond.	8.11 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	448 V	I mpp	18 A
Total area	Module area	89.4 m²	Cell area	72.9 m²
Inverter				
	Model	Powador 10.0 TL3		
	Manufacturer	KACO new energy		
Characteristics	Operating Voltage	200-800 V	Unit Nom. Power	9.00 kW AC

PV Array loss factors

Thermal Loss factor	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
=> Nominal Oper. Coll. Temp. (G=800 W/m², Tamb=20°C, Wind=1 m/s.)			NOCT	56 °C
Wiring Ohmic Loss	Global array res.	409 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
Module Quality Loss			Loss Fraction	2.5 %
Module Mismatch Losses			Loss Fraction	2.0 % at MPP
Incidence effect, ASHRAE parametrization	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1) bo Parameter 0.05		

Loss diagram over the whole year

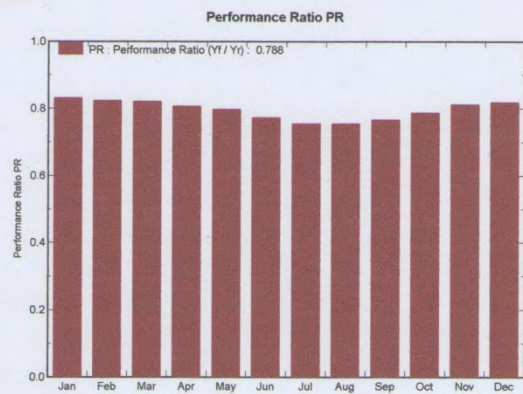
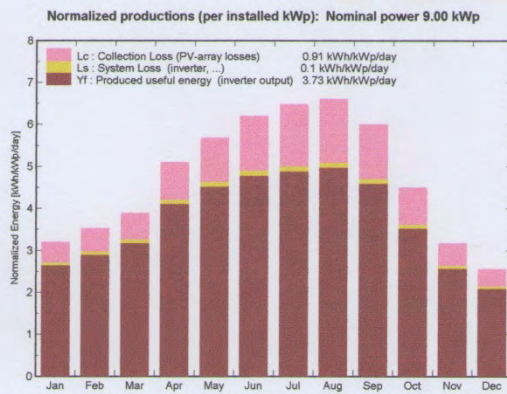


Grid-Connected System: Main results

Project : Grid-Connected Project at Athinai
Simulation variant : New simulation variant

Main system parameters	System type	Grid-Connected	
Near Shadings	Linear shadings		
PV Field Orientation	tilt	29°	azimuth 0°
PV modules	Model	BIPV 100W	Pnom 100 Wp
PV Array	Nb. of modules	90	Pnom total 9.00 kWp
Inverter	Model	Powador 10.0 TL3	Pnom 9.00 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)		

Main simulation results
 System Production **Produced Energy 12.26 MWh/year** Specific prod. 1363 kWh/kWp/year
 Performance Ratio PR 78.8 %



New simulation variant Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	EffArrR %	EffSysR %
January	66.0	11.60	98.6	95.5	0.757	0.737	8.59	8.37
February	74.0	10.90	98.5	95.4	0.750	0.730	8.51	8.29
March	104.0	11.80	120.0	116.2	0.910	0.886	8.48	8.25
April	147.0	13.90	152.6	147.4	1.137	1.107	8.33	8.12
May	182.0	18.00	175.9	169.7	1.294	1.262	8.23	8.03
June	201.0	22.10	185.6	178.5	1.324	1.291	7.98	7.78
July	213.0	25.60	200.7	193.3	1.396	1.362	7.78	7.59
August	200.0	26.30	204.4	197.7	1.422	1.388	7.78	7.60
September	155.0	24.30	179.7	174.1	1.270	1.240	7.91	7.72
October	106.0	20.50	139.1	134.8	1.010	0.984	8.12	7.92
November	66.0	16.40	95.0	92.0	0.713	0.694	8.40	8.17
December	52.0	13.50	79.2	76.5	0.600	0.583	8.48	8.24
Year	1568.0	17.95	1729.3	1671.2	12.583	12.265	8.14	7.93

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

Ο βαθμός απόδοσης(Performance Ratio) από το συνδυασμό πλαισίου – αντιστροφέα αγγίζει το 78,8%. Από το DC εύρος τάσης διασύνδεσης του αντιστροφέα(200V-800V), την τάση που αναπτύσσεται στα άκρα του από τα πλαίσια(448V) και από την ελάχιστη τάση (350V) που απαιτείται για τα ονομαστικά του στοιχεία καταλήγουμε στο ότι θα έχουμε ομαλή λειτουργία όταν στα πάνελ προσκρούει το ελάχιστο του 78,1% της απόλυτης δυνατής ακτινοβολίας($G=1000\text{W/m}^2$). Σε αυτή τη περίπτωση η κρίσιμη ακτινοβολία που θα θέτει εκτός λειτουργίας τον αντιστροφέα είναι κάτω από το όριο του 78,1%. Η ενέργεια που παράγεται από το κάθε πλαίσιο φτάνει τις 1363kWh/kWp/έτος ενώ των 3 συστοιχιών(που συνδέονται στον αντιστροφέα) είναι 12,26MWh/έτος. Οι συνολικές απώλειες από την άλλη εκτιμώνται ότι θα είναι στους μετατροπείς 18,1% ενώ στους αντιστροφείς 2,5%.

ii) 100Wp PHOTOWATT Tracking

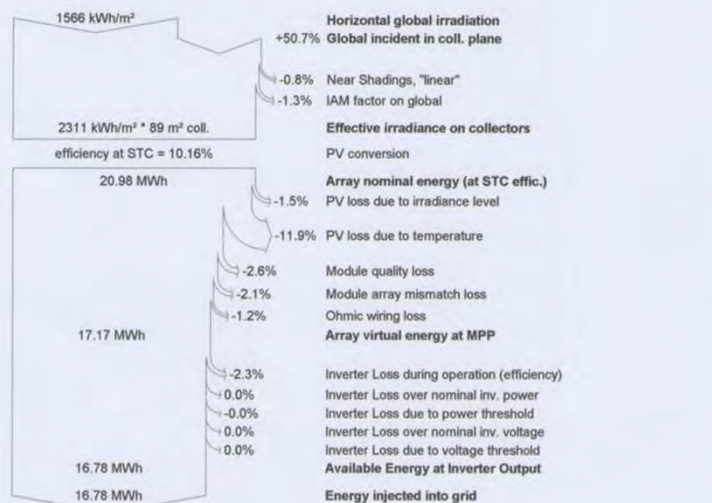
Τα δεδομένα αυτής της προσομοίωσης δεν διαφέρουν από την προηγούμενη, πέραν της ύπαρξης του συστήματος παρακολούθησης του ηλίου(tracking) το οποίο βέβαια αλλάζει το ύψος τοποθέτησης των πάνελ.

Grid-Connected System: Simulation parameters

Project :	Grid-Connected Project at Athinai		
Geographical Site	Athinai	Country	Greece
Situation	Latitude 38.0°N	Longitude	23.4°E
Time defined as	Legal Time Time zone UT+2	Altitude	107 m
	Albedo 0.20		
Meteo data :	Athinai, Synthetic Hourly data		
Simulation variant :	New simulation variant		
	Simulation date	22/05/12 21h33	

Simulation parameters					
Tracking plane, two axis	Minimum Tilt	-90°	Maximum Tilt	90°	
Rotation Limitations	Minimum Azimuth	-180°	Maximum Azimuth	180°	
Horizon	Free Horizon				
Near Shadings	Linear shadings				
PV Array Characteristics					
PV module	Si-poly	Model	BIPV 100W		
		Manufacturer	Photowatt		
Number of PV modules		In series	30 modules	In parallel	3 strings
Total number of PV modules		Nb. modules	90	Unit Nom. Power	100 Wp
Array global power		Nominal (STC)	9.00 kWp	At operating cond.	8.11 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	448 V	I mpp	18 A
Total area		Module area	89.4 m²	Cell area	72.9 m²
Inverter		Model	Powador 10.0 TL3		
		Manufacturer	KACO new energy		
Characteristics		Operating Voltage	200-800 V	Unit Nom. Power	9.00 kW AC
PV Array loss factors					
Thermal Loss factor	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s	
=> Nominal Oper. Coll. Temp. (G=800 W/m², Tamb=20°C, Wind=1 m/s.)			NOCT	56 °C	
Wiring Ohmic Loss	Global array res.	409 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC	
Module Quality Loss			Loss Fraction	2.5 %	
Module Mismatch Losses			Loss Fraction	2.0 % at MPP	
Incidence effect, ASHRAE parametrization	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	bo Parameter	0.05	

Loss diagram over the whole year

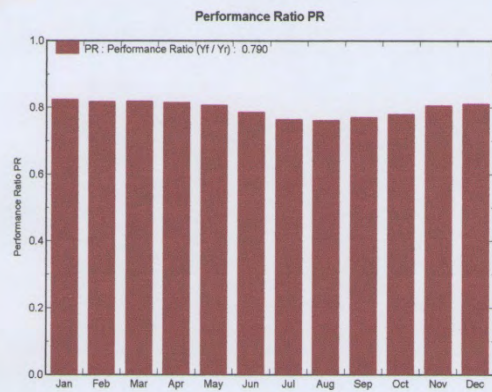
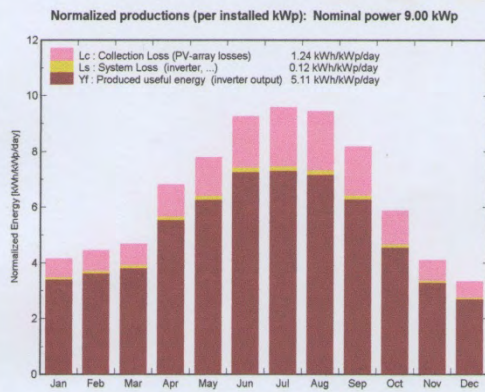


Grid-Connected System: Main results

Project : Grid-Connected Project at Athinaï
Simulation variant : New simulation variant

Main system parameters	System type	Grid-Connected	
Near Shadings	Linear shadings		
PV Field Orientation	Tracking two axis		
PV modules	Model	BIPV 100W	Pnom 100 Wp
PV Array	Nb. of modules	90	Pnom total 9.00 kWp
Inverter	Model	Powador 10.0 TL3	Pnom 9.00 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)		

Main simulation results			
System Production	Produced Energy	16.78 MWh/year	Specific prod. 1864 kWh/kWp/year
	Performance Ratio PR	79.0 %	



New simulation variant Balances and main results

	GlobHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	EffArrR	EffSysR
	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	%	%
January	66.0	11.60	128.1	124.8	0.973	0.949	8.50	8.29
February	74.0	10.90	123.9	120.7	0.935	0.911	8.43	8.23
March	104.0	11.80	144.5	140.6	1.091	1.064	8.45	8.24
April	147.0	13.90	204.0	199.6	1.529	1.493	8.38	8.19
May	182.0	18.00	240.9	236.2	1.789	1.749	8.31	8.12
June	201.0	22.10	277.2	272.2	2.005	1.961	8.09	7.91
July	213.0	25.60	296.3	291.4	2.083	2.037	7.86	7.69
August	200.0	26.30	292.2	287.7	2.044	2.000	7.82	7.65
September	155.0	24.30	244.7	240.5	1.735	1.697	7.93	7.76
October	106.0	20.50	181.7	177.6	1.303	1.273	8.02	7.84
November	66.0	16.40	122.5	119.2	0.910	0.888	8.31	8.11
December	52.0	13.50	103.3	100.4	0.774	0.753	8.37	8.16
Year	1566.0	17.95	2359.5	2310.8	17.170	16.777	8.14	7.95

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

Ο βαθμός απόδοσης(Performance Ratio) από το συνδυασμό πλαισίου – αντιστροφέα αγγίζει το 79%.Από το DC εύρος τάσης διασύνδεσης του αντιστροφέα(200V-800V),την τάση που αναπτύσσεται στα άκρα του από τα πλαίσια(448V) και από την ελάχιστη τάση (350V)που απαιτείται για τα ονομαστικά του στοιχεία καταλήγουμε στο ότι θα έχουμε ομαλή λειτουργία όταν στα πάνελ προσκρούει το ελάχιστο του 78,1% της απόλυτης δυνατής ακτινοβολίας($G=1000\text{W/m}^2$).Σε αυτή τη περίπτωση η κρίσιμη ακτινοβολία που θα θέτει εκτός λειτουργίας τον αντιστροφέα είναι κάτω από το όριο του 78,1%.Η ενέργεια που παράγεται από το κάθε πλαίσιο φτάνει τις 1864kWh/kWp/έτος ενώ των 3 συστοιχιών(που συνδέονται στον αντιστροφέα)είναι 16,78MWh/έτος.Οι συνολικές απώλειες από την άλλη εκτιμώνται ότι θα είναι στους μετατροπείς 19,3% ενώ στους αντιστροφείς 2,3%.

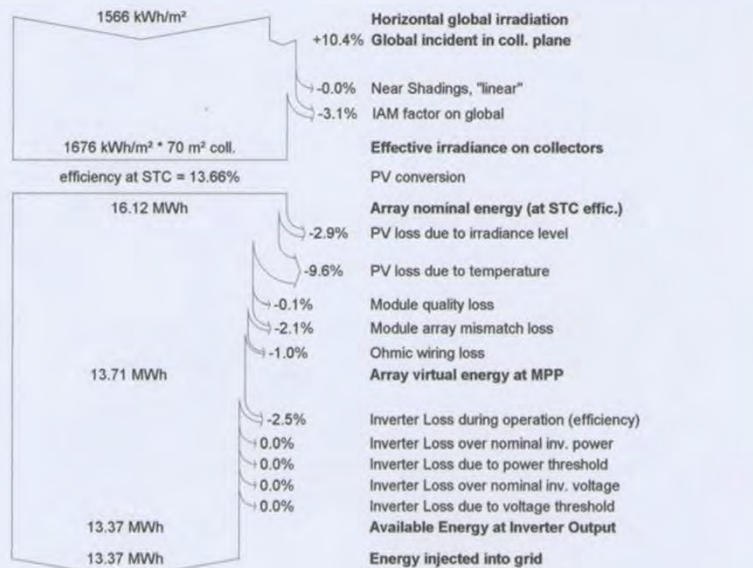
iii) 200Wp PHOTOWATT Fix

Σε αυτή την μελέτη η υλοποίηση γίνεται με Φ/Β πλαίσια της PHOTOWATT ονομαστικής ισχύος 200W (μοντέλο:PW 2050/200W)και αντιστροφείς της KACO new energy ονομαστικής ισχύος 10kW (μοντέλο:Powador 10.0 TL3). Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης που ακολουθεί αναφέρονται σε έναν αντιστροφέα, αν πολλαπλασιάσουμε την εγκατεστημένη του τιμή με το 10 τότε έχουμε 96 kW που είναι ο στόχος μας. Έχουμε λοιπόν δύο συστοιχίες φωτοβολταϊκών, συνδεδεμένες σε ένα αντιστροφέα, όπου η κάθε συστοιχία αποτελείται από 24 μετατροπείς. Οι μετατροπείς συνδέονται 24 σε σειρά και 2 παράλληλα, με την τάση στα άκρα του αντιστροφέα να φτάνει τα 565V ενώ το ρεύμα που τον διαρρέει τα 15A.

Grid-Connected System: Simulation parameters

Project :		Grid-Connected Project at Athinai			
Geographical Site	Athinai	Country	Greece		
Situation	Latitude	38.0°N	Longitude	23.4°E	
Time defined as	Legal Time	Time zone UT+2	Altitude	107 m	
	Albedo	0.20			
Meteo data :	Athinai, Synthetic Hourly data				
Simulation variant :		New simulation variant			
	Simulation date	22/05/12 20h50			
Simulation parameters					
Collector Plane Orientation	Tilt	29°	Azimuth	0°	
Horizon	Free Horizon				
Near Shadings	Linear shadings				
PV Array Characteristics					
PV module	Si-poly	Model	PW 2050 / 200W		
	Manufacturer	Photowatt			
Number of PV modules	In series	24 modules	In parallel	2 strings	
Total number of PV modules	Nb. modules	48	Unit Nom. Power	200 Wp	
Array global power	Nominal (STC)	9.60 kWp	At operating cond.	8.58 kWp (50°C)	
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	565 V	I mpp	15 A	
Total area	Module area	70.4 m²			
Inverter					
	Model	Powador 10.0 TL3			
	Manufacturer	KACO new energy			
Characteristics	Operating Voltage	200-800 V	Unit Nom. Power	9.00 kW AC	
PV Array loss factors					
Thermal Loss factor	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s	
=> Nominal Oper. Coll. Temp. (G=800 W/m², Tamb=20°C, Wind=1 m/s.)			NOCT	56 °C	
Wiring Ohmic Loss	Global array res.	620 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC	
Module Quality Loss			Loss Fraction	0.1 %	
Module Mismatch Losses			Loss Fraction	2.0 % at MPP	
Incidence effect, ASHRAE parametrization	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	bo Parameter	0.05	

Loss diagram over the whole year

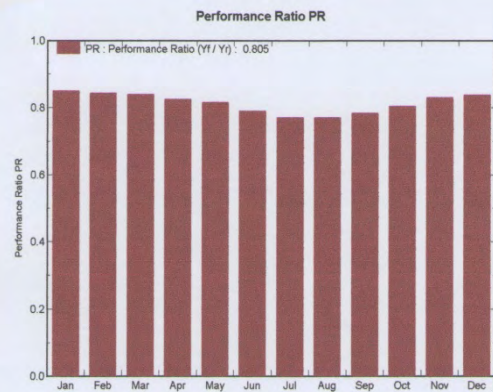
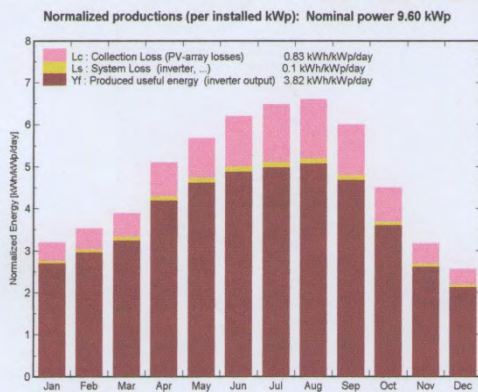


Grid-Connected System: Main results

Project : Grid-Connected Project at Athinai
Simulation variant : New simulation variant

Main system parameters	System type	Grid-Connected	
Near Shadings	Linear shadings		
PV Field Orientation	tilt	29°	azimuth 0°
PV modules	Model	PW 2050 / 200W	Pnom 200 Wp
PV Array	Nb. of modules	48	Pnom total 9.60 kWp
Inverter	Model	Powador 10.0 TL3	Pnom 9.00 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)		

Main simulation results	System Production	Produced Energy	13.37 MWh/year	Specific prod.	1393 kWh/kWp/year
		Performance Ratio PR	80.5 %		



New simulation variant
Balances and main results

	GlobHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	EffArrR	EffSysR
	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	%	%
January	66.0	11.60	98.6	95.7	0.825	0.804	11.88	11.58
February	74.0	10.90	98.5	95.7	0.817	0.796	11.79	11.48
March	104.0	11.80	120.0	116.6	0.992	0.967	11.74	11.44
April	147.0	13.90	152.6	147.8	1.239	1.208	11.53	11.25
May	182.0	18.00	175.9	170.3	1.410	1.376	11.39	11.11
June	201.0	22.10	185.6	179.0	1.442	1.407	11.04	10.76
July	213.0	25.60	200.7	193.9	1.520	1.483	10.76	10.50
August	200.0	26.30	204.4	198.3	1.548	1.512	10.76	10.51
September	155.0	24.30	179.7	174.5	1.382	1.350	10.93	10.67
October	106.0	20.50	139.1	135.1	1.100	1.073	11.23	10.96
November	66.0	16.40	95.0	92.2	0.777	0.757	11.62	11.31
December	52.0	13.50	79.2	76.8	0.654	0.636	11.74	11.41
Year	1566.0	17.95	1729.3	1675.9	13.706	13.368	11.26	10.98

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

Ο βαθμός απόδοσης(Performance Ratio) από το συνδυασμό πλαισίου – αντιστροφέα αγγίζει το 80,5%. Από το DC εύρος τάσης διασύνδεσης του αντιστροφέα(200V-800V), την τάση που αναπτύσσεται στα άκρα του από τα πλαίσια(565V) και από την ελάχιστη τάση (350V) που απαιτείται για τα ονομαστικά του στοιχεία καταλήγουμε στο ότι θα έχουμε ομαλή λειτουργία όταν στα πάνελ προσκρούει το ελάχιστο του 61,9% της απόλυτης δυνατής ακτινοβολίας($G=1000\text{W/m}^2$). Σε αυτή τη περίπτωση η κρίσιμη ακτινοβολία που θα θέτει εκτός λειτουργίας τον αντιστροφέα είναι κάτω από το όριο του 61,9%. Η ενέργεια που παράγεται από το κάθε πλαίσιο φτάνει τις 1393kWh/kWp/έτος ενώ των 2 συστοιχιών(που συνδέονται στον αντιστροφέα) είναι 13,37MWh/έτος. Οι συνολικές απώλειες από την άλλη εκτιμώνται ότι θα είναι στους μετατροπείς 15,7% ενώ στους αντιστροφείς 2,5%.

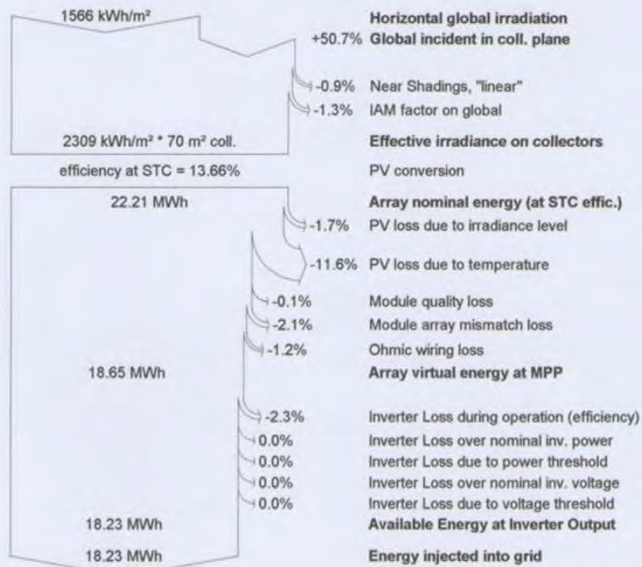
iv) 200Wp PHOTOWATT Tracking

Τα δεδομένα αυτής της προσομοίωσης δεν διαφέρουν από την προηγούμενη, πέραν της ύπαρξης του συστήματος παρακολούθησης του ηλίου(tracking) το οποίο βέβαια αλλάζει το ύψος τοποθέτησης των πάνελ.

Grid-Connected System: Simulation parameters

Project :		Grid-Connected Project at Athinai			
Geographical Site	Athinai	Country	Greece		
Situation Time defined as	Latitude	38.0°N	Longitude	23.4°E	
	Legal Time	Time zone UT+2	Altitude	107 m	
	Albedo	0.20			
Meteo data :	Athinai, Synthetic Hourly data				
Simulation variant :		New simulation variant			
	Simulation date	22/05/12 19h11			
Simulation parameters					
Tracking plane, two axis Rotation Limitations	Minimum Tilt	-90°	Maximum Tilt	90°	
	Minimum Azimuth	-180°	Maximum Azimuth	180°	
Horizon	Free Horizon				
Near Shadings	Linear shadings				
PV Array Characteristics					
PV module	Si-poly	Model	PW 2050 / 200W		
	Manufacturer	Photowatt			
Number of PV modules	In series	24 modules	In parallel	2 strings	
Total number of PV modules	Nb. modules	48	Unit Nom. Power	200 Wp	
Array global power	Nominal (STC)	9.60 kWp	At operating cond.	8.58 kWp (50°C)	
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	565 V	I mpp	15 A	
Total area	Module area	70.4 m²			
Inverter	Model	Powador 10.0 TL3			
	Manufacturer	KACO new energy			
Characteristics	Operating Voltage	200-800 V	Unit Nom. Power	9.00 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	
=> Nominal Oper. Coll. Temp. (G=800 W/m ² , Tamb=20°C, Wind=1 m/s.)			NOCT	56 °C	
Wiring Ohmic Loss	Global array res.	620 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC	
Module Quality Loss			Loss Fraction	0.1 %	
Module Mismatch Losses			Loss Fraction	2.0 % at MPP	
Incidence effect, ASHRAE parametrization	IAM = 1 - bo (1/cos i - 1)		bo Parameter	0.05	

Loss diagram over the whole year

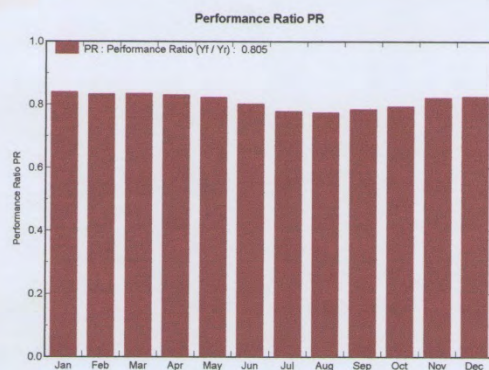
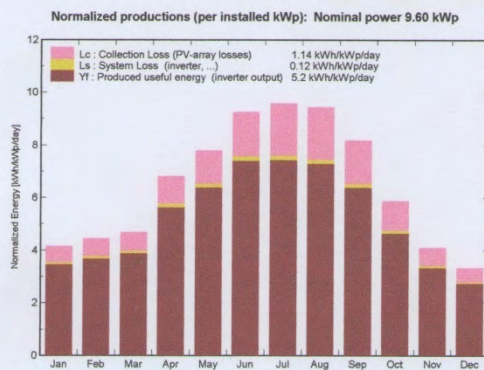


Grid-Connected System: Main results

Project : Grid-Connected Project at Athinaï
Simulation variant : New simulation variant

Main system parameters	System type	Grid-Connected		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	Tracking two axis			
PV modules	Model	PW 2050 / 200W	Pnom	200 Wp
PV Array	Nb. of modules	48	Pnom total	9.60 kWp
Inverter	Model	Powador 10.0 TL3	Pnom	9.00 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)			

Main simulation results
 System Production **Produced Energy 18.23 MWh/year** Specific prod. 1899 kWh/kWp/year
 Performance Ratio PR **80.5 %**



New simulation variant Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	EffArrR %	EffSysR %
January	66.0	11.60	128.1	124.5	1.056	1.031	11.71	11.43
February	74.0	10.90	123.9	120.4	1.015	0.991	11.63	11.35
March	104.0	11.80	144.5	140.3	1.184	1.156	11.64	11.36
April	147.0	13.90	204.0	199.4	1.661	1.623	11.57	11.31
May	182.0	18.00	240.9	236.1	1.944	1.901	11.46	11.21
June	201.0	22.10	277.2	272.4	2.180	2.133	11.17	10.93
July	213.0	25.60	296.3	291.5	2.263	2.214	10.85	10.61
August	200.0	26.30	292.2	287.6	2.219	2.171	10.78	10.55
September	155.0	24.30	244.7	240.2	1.883	1.842	10.93	10.69
October	106.0	20.50	181.7	177.2	1.415	1.383	11.06	10.81
November	66.0	16.40	122.5	119.1	0.989	0.965	11.46	11.19
December	52.0	13.50	103.3	100.2	0.840	0.818	11.54	11.24
Year	1566.0	17.95	2359.5	2308.9	18.649	18.228	11.23	10.97

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

Ο βαθμός απόδοσης(Performance Ratio) από το συνδυασμό πλαισίου – αντιστροφέα αγγίζει το 80,5%. Από το DC εύρος τάσης διασύνδεσης του αντιστροφέα(200V-800V), την τάση που αναπτύσσεται στα άκρα του από τα πλαίσια(565V) και από την ελάχιστη τάση (350V) που απαιτείται για τα ονομαστικά του στοιχεία καταλήγουμε στο ότι θα έχουμε ομαλή λειτουργία όταν στα πάνελ προσκρούει το ελάχιστο του 61,9% της απόλυτης δυνατής ακτινοβολίας($G=1000\text{W}/\text{m}^2$). Σε αυτή τη περίπτωση η κρίσιμη ακτινοβολία που θα θέτει εκτός λειτουργίας τον αντιστροφέα είναι κάτω από το όριο του 61,9%. Η ενέργεια που παράγεται από το κάθε πλαίσιο φτάνει τις 1899kWh/kWp/έτος ενώ των 2 συστοιχιών(που συνδέονται στον αντιστροφέα) είναι 18,23MWh/έτος. Οι συνολικές απώλειες από την άλλη εκτιμώνται ότι θα είναι στους μετατροπείς 16,7% ενώ στους αντιστροφέες 2,3%.

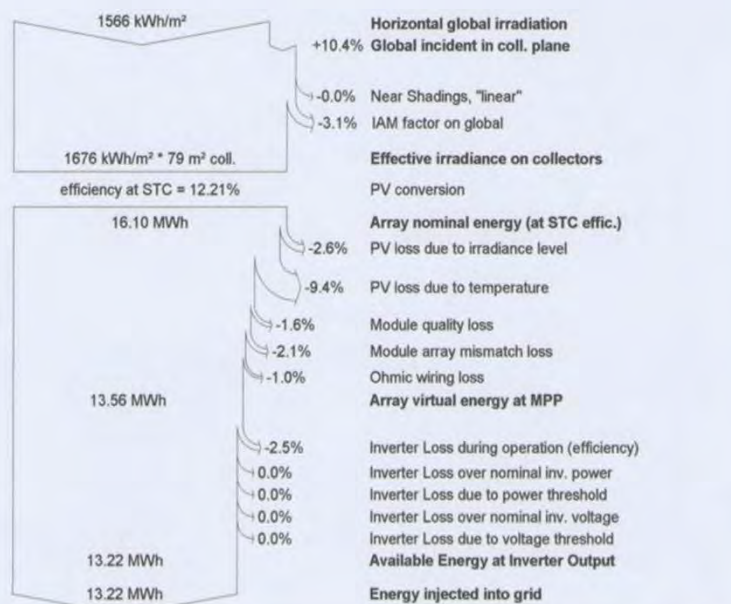
ν) 200Wp SOLON Fix

Σε αυτή την μελέτη η υλοποίηση γίνεται με Φ/Β πλαίσια της SOLON ονομαστικής ισχύος 200W (μοντέλο:Blue220/01(200))και αντιστροφέες της KACO new energy ονομαστικής ισχύος 10kW (μοντέλο:Powador 10.0 TL3). Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης που ακολουθεί αναφέρονται σε έναν αντιστροφέα, αν πολλαπλασιάσουμε την εγκατεστημένη του τιμή με το 10 τότε έχουμε 96 kW που είναι ο στόχος μας. Έχουμε λοιπόν 2 συστοιχίες φωτοβολταϊκών, συνδεδεμένες σε ένα αντιστροφέα, όπου η κάθε συστοιχία αποτελείται από 48 μετατροπείς. Οι μετατροπείς συνδέονται 24 σε σειρά και 2 παράλληλα, με την τάση στα άκρα του αντιστροφέα να φτάνει τα 600V ενώ το ρεύμα που τον διαρρέει τα 14A.

Grid-Connected System: Simulation parameters

Project :	Grid-Connected Project at Athinai		
Geographical Site	Athinai	Country	Greece
Situation	Latitude 38.0°N	Longitude	23.4°E
Time defined as	Legal Time Time zone UT+2	Altitude	107 m
	Albedo 0.20		
Meteo data :	Athinai, Synthetic Hourly data		
Simulation variant :	New simulation variant		
	Simulation date	22/05/12 20h18	
Simulation parameters			
Collector Plane Orientation	Tilt 29°	Azimuth	0°
Horizon	Free Horizon		
Near Shadings	Linear shadings		
PV Array Characteristics			
PV module	Si-poly	Model	Blue 220/01(200)
	Manufacturer	Solon SE	
Number of PV modules	In series	24 modules	In parallel 2 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	48	Unit Nom. Power 200 Wp
Array global power	Nominal (STC)	9.60 kWp	At operating cond. 8.60 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	600 V	I mpp 14 A
Total area	Module area	78.7 m²	
Inverter			
	Model	Powador 10.0 TL3	
	Manufacturer	KACO new energy	
Characteristics	Operating Voltage	200-800 V	Unit Nom. Power 9.00 kW AC
PV Array loss factors			
Thermal Loss factor	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wind) 0.0 W/m²K / m/s
=> Nominal Oper. Coll. Temp. (G=800 W/m², Tamb=20°C, Wind=1 m/s.)			NOCT 56 °C
Wiring Ohmic Loss	Global array res.	696 mOhm	Loss Fraction 1.5 % at STC
Module Quality Loss			Loss Fraction 1.5 %
Module Mismatch Losses			Loss Fraction 2.0 % at MPP
Incidence effect, ASHRAE parametrization	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1) bo Parameter 0.05	

Loss diagram over the whole year

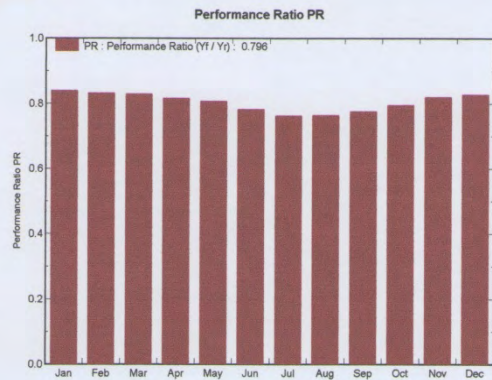
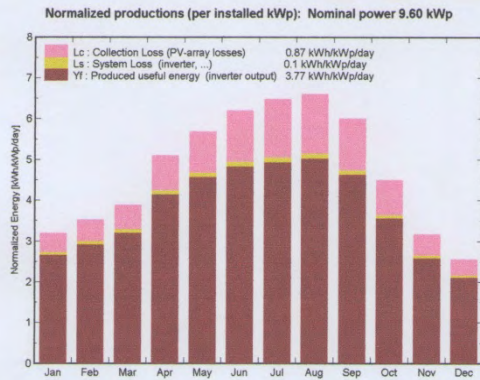


Grid-Connected System: Main results

Project : Grid-Connected Project at Athinai
Simulation variant : New simulation variant

Main system parameters	System type	Grid-Connected	
Near Shadings	Linear shadings		
PV Field Orientation	tilt	29°	azimuth 0°
PV modules	Model	Blue 220/01(200)	Pnom 200 Wp
PV Array	Nb. of modules	48	Pnom total 9.60 kWp
Inverter	Model	Powador 10.0 TL3	Pnom 9.00 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)		

Main simulation results
 System Production **Produced Energy 13.22 MWh/year** Specific prod. 1377 kWh/kWp/year
 Performance Ratio PR **79.6 %**



New simulation variant Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	EffArrR %	EffSysR %
January	66.0	11.60	98.6	95.7	0.815	0.794	10.50	10.23
February	74.0	10.90	98.5	95.7	0.807	0.786	10.41	10.14
March	104.0	11.80	120.0	116.6	0.980	0.955	10.37	10.10
April	147.0	13.90	152.6	147.8	1.224	1.194	10.19	9.94
May	182.0	18.00	175.9	170.3	1.394	1.361	10.07	9.83
June	201.0	22.10	185.6	179.0	1.427	1.392	9.77	9.52
July	213.0	25.60	200.7	193.9	1.505	1.469	9.53	9.30
August	200.0	26.30	204.4	198.3	1.533	1.497	9.53	9.30
September	155.0	24.30	179.7	174.5	1.368	1.336	9.67	9.45
October	106.0	20.50	139.1	135.1	1.087	1.061	9.93	9.69
November	66.0	16.40	95.0	92.2	0.768	0.748	10.27	10.00
December	52.0	13.50	79.2	76.8	0.646	0.628	10.37	10.08
Year	1566.0	17.95	1729.3	1675.9	13.555	13.219	9.96	9.71

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

Ο βαθμός απόδοσης(Performance Ratio) από το συνδυασμό πλαισίου – αντιστροφέα αγγίζει το 79,6%. Από το DC εύρος τάσης διασύνδεσης του αντιστροφέα(200V-800V), την τάση που αναπτύσσεται στα άκρα του από τα πλαίσια(600V) και από την ελάχιστη τάση (350V) που απαιτείται για τα ονομαστικά του στοιχεία καταλήγουμε στο ότι θα έχουμε ομαλή λειτουργία όταν στα πάνελ προσκρούει το ελάχιστο του 58,3% της απόλυτης δυνατής ακτινοβολίας($G=1000\text{W/m}^2$). Σε αυτή τη περίπτωση η κρίσιμη ακτινοβολία που θα θέτει εκτός λειτουργίας τον αντιστροφέα είναι κάτω από το όριο του 58,3%. Η ενέργεια που παράγεται από το κάθε πλαίσιο φτάνει τις 1377kWh/kWp/έτος ενώ των 2 συστοιχιών(που συνδέονται στον αντιστροφέα) είναι 13,22MWh/έτος. Οι συνολικές απώλειες από την άλλη εκτιμώνται ότι θα είναι στους μετατροπείς 16,7% ενώ στους αντιστροφείς 2,5%.

vi) 200Wp SOLON Tracking

Τα δεδομένα αυτής της προσομοίωσης δεν διαφέρουν από την προηγούμενη, πέραν της ύπαρξης του συστήματος παρακολούθησης του ηλίου(tracking) το οποίο βέβαια αλλάζει το ύψος τοποθέτησης των πάνελ.

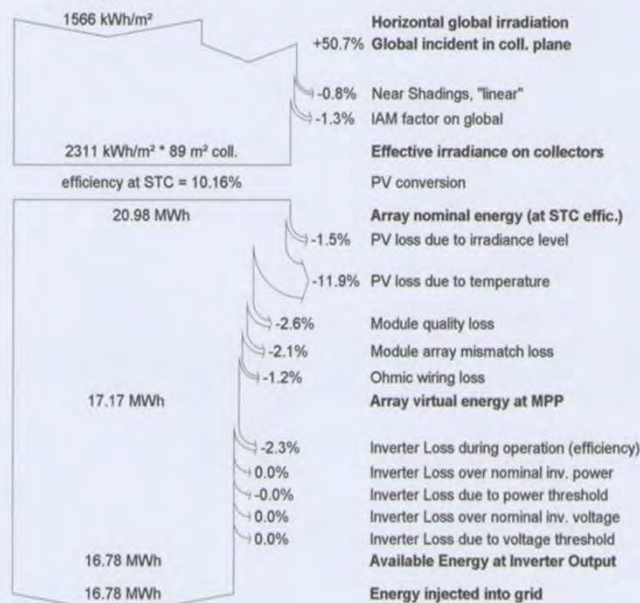
Grid-Connected System: Simulation parameters

Project :	Grid-Connected Project at Athinai			
Geographical Site	Athinai	Country	Greece	
Situation Time defined as	Latitude	38.0°N	Longitude	23.4°E
	Legal Time	Time zone UT+2	Altitude	107 m
	Albedo	0.20		
Meteo data :	Athinai, Synthetic Hourly data			
Simulation variant :	New simulation variant			
	Simulation date	22/05/12 19h52		

Simulation parameters

Tracking plane, two axis Rotation Limitations	Minimum Tilt	-90°	Maximum Tilt	90°
	Minimum Azimuth	-180°	Maximum Azimuth	180°
Horizon	Free Horizon			
Near Shadings	Linear shadings			
PV Array Characteristics				
PV module	Si-poly	Model	Blue 220/01(200)	
		Manufacturer	Solon SE	
Number of PV modules		In series	24 modules	In parallel 2 strings
Total number of PV modules		Nb. modules	48	Unit Nom. Power 200 Wp
Array global power		Nominal (STC)	9.60 kWp	At operating cond. 8.60 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	600 V	I mpp 14 A
Total area		Module area	78.7 m²	
Inverter				
		Model	Powador 10.0 TL3	
		Manufacturer	KACO new energy	
Characteristics		Operating Voltage	200-800 V	Unit Nom. Power 9.00 kW AC
PV Array loss factors				
Thermal Loss factor		Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wind) 0.0 W/m²K / m/s
=> Nominal Oper. Coll. Temp. (G=800 W/m², Tamb=20°C, Wind=1 m/s.)				NOCT 56 °C
Wiring Ohmic Loss		Global array res.	696 mOhm	Loss Fraction 1.5 % at STC
Module Quality Loss				Loss Fraction 1.5 %
Module Mismatch Losses				Loss Fraction 2.0 % at MPP
Incidence effect, ASHRAE parametrization		IAM =	1 - bo (1/cos i - 1) bo Parameter 0.05	

Loss diagram over the whole year

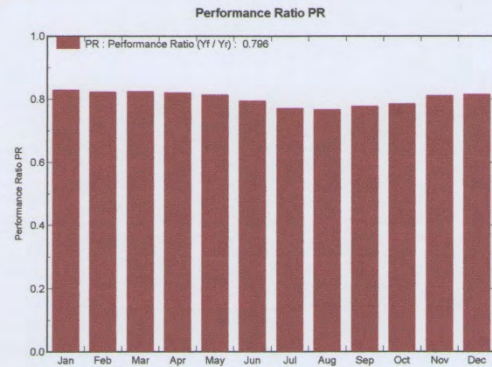
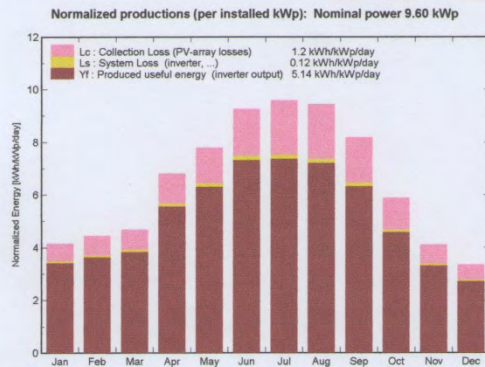


Grid-Connected System: Main results

Project : Grid-Connected Project at Athinaï
Simulation variant : New simulation variant

Main system parameters	System type	Grid-Connected
Near Shadings	Linear shadings	
PV Field Orientation	Tracking two axis	
PV modules	Model	Blue 220/01(200)
PV Array	Nb. of modules	48
Inverter	Model	Powador 10.0 TL3
User's needs	Unlimited load (grid)	
	Pnom	200 Wp
	Pnom total	9.60 kWp
	Pnom	9.00 kW ac

Main simulation results			
System Production	Produced Energy	18.02 MWh/year	Specific prod. 1877 kWh/kWp/year
	Performance Ratio PR	79.6 %	



New simulation variant 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	66.0	11.60	128.1	124.5	1.043	1.018	10.34	10.09
February	74.0	10.90	123.9	120.4	1.002	0.978	10.27	10.02
March	104.0	11.80	144.5	140.3	1.170	1.141	10.28	10.03
April	147.0	13.90	204.0	199.4	1.641	1.603	10.22	9.99
May	182.0	18.00	240.9	236.1	1.922	1.880	10.13	9.91
June	201.0	22.10	277.2	272.4	2.157	2.110	9.89	9.67
July	213.0	25.60	296.3	291.5	2.240	2.192	9.60	9.40
August	200.0	26.30	292.2	287.6	2.197	2.150	9.55	9.34
September	155.0	24.30	244.7	240.2	1.864	1.823	9.67	9.46
October	106.0	20.50	181.7	177.2	1.399	1.367	9.78	9.56
November	66.0	16.40	122.5	119.1	0.977	0.953	10.13	9.88
December	52.0	13.50	103.3	100.2	0.829	0.808	10.19	9.93
Year	1566.0	17.95	2359.5	2308.9	18.440	18.023	9.93	9.70

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

Ο βαθμός απόδοσης(Performance Ratio) από το συνδυασμό πλαισίου – αντιστροφέα αγγίζει το 79,6%. Από το DC εύρος τάσης διασύνδεσης του αντιστροφέα(200V-800V), την τάση που αναπτύσσεται στα άκρα του από τα πλαίσια(600V) και από την ελάχιστη τάση (350V) που απαιτείται για τα ονομαστικά του στοιχεία καταλήγουμε στο ότι θα έχουμε ομαλή λειτουργία όταν στα πάνελ προσκρούει το ελάχιστο του 58,3% της απόλυτης δυνατής ακτινοβολίας($G=1000\text{W/m}^2$). Σε αυτή τη περίπτωση η κρίσιμη ακτινοβολία που θα θέτει εκτός λειτουργίας τον αντιστροφέα είναι κάτω από το όριο του 58,3%. Η ενέργεια που παράγεται από το κάθε πλαίσιο φτάνει τις 1877kWh/kWp/έτος ενώ των 2 συστοιχιών(που συνδέονται στον αντιστροφέα) είναι 18,02MWh/έτος. Οι συνολικές απώλειες από την άλλη εκτιμώνται ότι θα είναι στους μετατροπείς 17,7% ενώ στους αντιστροφείς 2,3%.

vii) 300Wp SOLON Fix

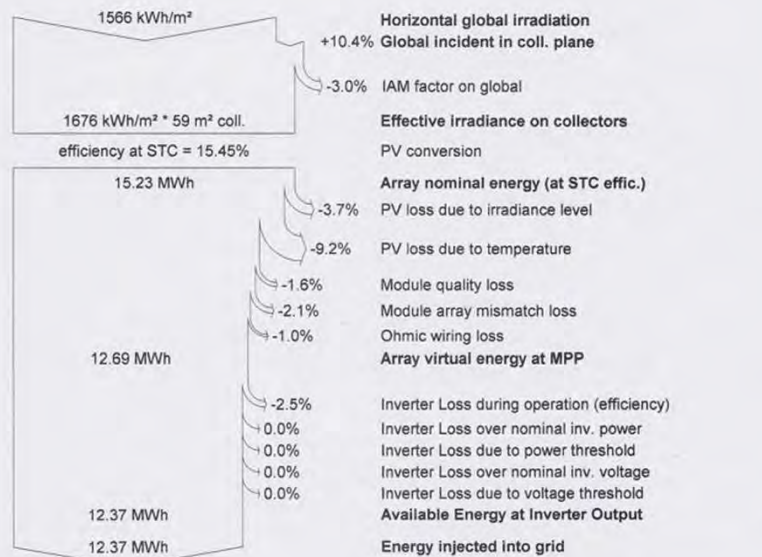
Σε αυτή την μελέτη η υλοποίηση γίνεται με Φ/Β πλαίσια της SOLON ονομαστικής ισχύος 300W (μοντέλο:Blue 220/17(300))και αντιστροφείς της KACO new energy ονομαστικής ισχύος 10kW (μοντέλο:Powador 10.0 TL3). Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης που ακολουθεί αναφέρονται σε έναν αντιστροφέα, αν πολλαπλασιάσουμε την εγκατεστημένη του τιμή με το 11 τότε έχουμε 99 kW που πλησιάζει τον στόχο των 100 kW. Έχουμε λοιπόν 3 συστοιχίες φωτοβολταϊκών, συνδεδεμένες σε κάθε αντιστροφέα, όπου η κάθε συστοιχία αποτελείται από 10 μετατροπείς. Οι μετατροπείς συνδέονται 15 σε σειρά και 2 παράλληλα, με την τάση στα άκρα του αντιστροφέα να φτάνει τα 512V ενώ το ρεύμα που τον διαρρέει τα 16A.

Grid-Connected System: Simulation parameters

Project :	Grid-Connected Project at Athinai		
Geographical Site	Athinai	Country	Greece
Situation	Latitude 38.0°N	Longitude	23.4°E
Time defined as	Legal Time Time zone UT+2	Altitude	107 m
	Albedo 0.20		
Meteo data :	Athinai, Synthetic Hourly data		
Simulation variant :	New simulation variant		
	Simulation date	11/01/12 13h31	

Simulation parameters			
Collector Plane Orientation	Tilt	29°	Azimuth 0°
Horizon	Free Horizon		
Near Shadings	No Shadings		
PV Array Characteristics			
PV module	Si-poly	Model	Blue 270/17(300)
		Manufacturer	Solon SE
Number of PV modules	In series	15 modules	In parallel 2 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	30	Unit Nom. Power 300 Wp
Array global power	Nominal (STC)	9.00 kWp	At operating cond. 8.14 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	512 V	I mpp 16 A
Total area	Module area	58.8 m²	
Inverter			
	Model	Powador 10.0 TL3	
	Manufacturer	KACO new energy	
Characteristics	Operating Voltage	200-800 V	Unit Nom. Power 9.00 kW AC
PV Array loss factors			
Thermal Loss factor	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wind) 0.0 W/m²K / m/s
=> Nominal Oper. Coll. Temp. (G=800 W/m², Tamb=20°C, Wind=1 m/s.)			NOCT 56 °C
Wiring Ohmic Loss	Global array res.	538 mOhm	Loss Fraction 1.5 % at STC
Module Quality Loss			Loss Fraction 1.5 %
Module Mismatch Losses			Loss Fraction 2.0 % at MPP
Incidence effect, ASHRAE parametrization	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1) bo Parameter 0.05	

Loss diagram over the whole year



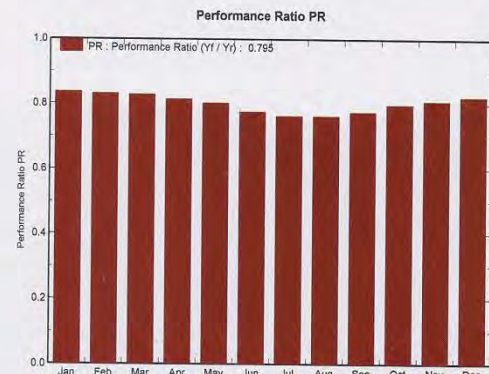
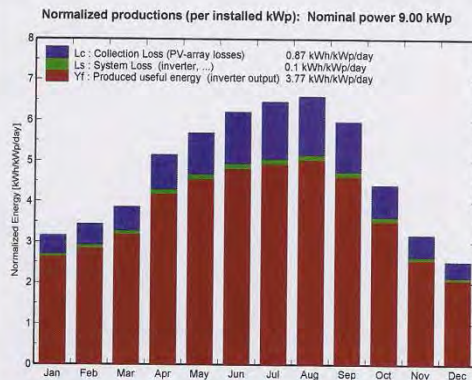
Grid-Connected System: Main results

Project : Grid-Connected Project at Athinai
Simulation variant : New simulation variant

Main system parameters		System type	Grid-Connected		
PV Field Orientation		tilt	29°	azimuth	0°
PV modules		Model	Blue 270/17(300)	Pnom	300 Wp
PV Array		Nb. of modules	30	Pnom total	9.00 kWp
Inverter		Model	Powador 10.0 TL3	Pnom	9.00 kW ac
User's needs		Unlimited load (grid)			

Main simulation results

System Production
Produced Energy 12.37 MWh/year Specific prod. 1375 kWh/kWp/year
Performance Ratio PR 79.5 %



New simulation variant Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	EffArrR %	EffSysR %
January	66.0	11.60	98.2	95.3	0.760	0.740	13.17	12.82
February	74.0	10.90	96.5	93.7	0.742	0.723	13.09	12.74
March	104.0	11.80	119.9	116.4	0.919	0.894	13.03	12.69
April	147.0	13.90	154.7	150.2	1.164	1.135	12.80	12.48
May	182.0	18.00	176.6	171.1	1.307	1.275	12.60	12.29
June	201.0	22.10	186.4	180.0	1.336	1.302	12.19	11.88
July	213.0	25.60	200.5	193.7	1.412	1.378	11.98	11.69
August	200.0	26.30	204.8	198.7	1.441	1.407	11.97	11.69
September	155.0	24.30	179.3	174.3	1.282	1.252	12.17	11.88
October	106.0	20.50	137.1	133.4	1.011	0.986	12.54	12.23
November	66.0	16.40	95.7	92.9	0.717	0.697	12.75	12.40
December	52.0	13.50	78.7	76.4	0.601	0.584	12.99	12.61
Year	1566.0	17.95	1728.4	1676.1	12.693	12.372	12.49	12.18

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

Ο βαθμός απόδοσης(Performance Ratio) από το συνδυασμό πλαισίου – αντιστροφέα αγγίζει το 79,5%. Από το DC εύρος τάσης διασύνδεσης του αντιστροφέα(200V-800V), την τάση που αναπτύσσεται στα άκρα του από τα πλαίσια(512V) και από την ελάχιστη τάση (350V) που απαιτείται για τα ονομαστικά του στοιχεία καταλήγουμε στο ότι θα έχουμε ομαλή λειτουργία όταν στα πάνελ προσκρούει το ελάχιστο του 68,4% της απόλυτης δυνατής ακτινοβολίας($G=1000\text{W/m}^2$). Σε αυτή τη περίπτωση η κρίσιμη ακτινοβολία που θα θέτει εκτός λειτουργίας τον αντιστροφέα είναι κάτω από το όριο του 68,4%. Η ενέργεια που παράγεται από το κάθε πλαίσιο φτάνει τις 1375kWh/kWp/έτος ενώ των 3 συστοιχιών (που συνδέονται στον αντιστροφέα) είναι 12,37MWh/έτος. Οι συνολικές απώλειες από την άλλη εκτιμώνται ότι θα είναι στους μετατροπείς 17,6% ενώ στους αντιστροφείς 2,5%.

viii) 300Wp SOLON Tracking

Τα δεδομένα αυτής της προσομοίωσης δεν διαφέρουν από την προηγούμενη, πέραν της ύπαρξης του συστήματος παρακολούθησης του ηλίου(tracking) το οποίο βέβαια αλλάζει το ύψος τοποθέτησης των πάνελ.

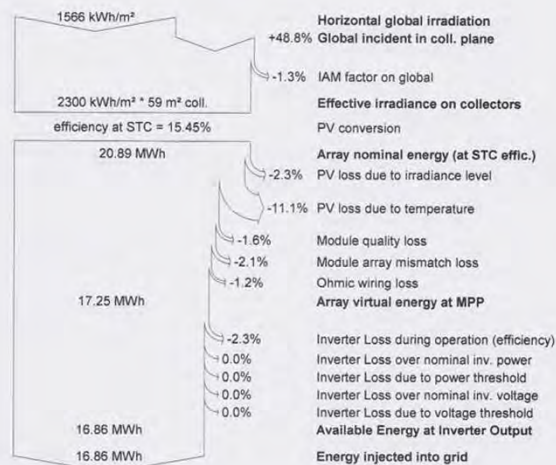
Grid-Connected System: Simulation parameters

Project :	Grid-Connected Project at Athinai		
Geographical Site	Athinai	Country	Greece
Situation	Latitude 38.0°N	Longitude	23.4°E
Time defined as	Legal Time Time zone UT+2	Altitude	107 m
	Albedo 0.20		
Meteo data :	Athinai, Synthetic Hourly data		
Simulation variant :	New simulation variant		
	Simulation date	11/01/12 13h39	

Simulation parameters

Tracking plane, two axis	Minimum Tilt	-90°	Maximum Tilt	90°
Rotation Limitations	Minimum Azimuth	-180°	Maximum Azimuth	180°
Horizon	Free Horizon			
Near Shadings	No Shadings			
PV Array Characteristics				
PV module	Si-poly	Model	Blue 270/17(300)	
		Manufacturer	Solon SE	
Number of PV modules	In series	15 modules	In parallel	2 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	30	Unit Nom. Power	300 Wp
Array global power	Nominal (STC)	9.00 kWp	At operating cond.	8.14 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	512 V	I mpp	16 A
Total area	Module area	58.8 m²		
Inverter		Model	Powador 10.0 TL3	
		Manufacturer	KACO new energy	
Characteristics	Operating Voltage	200-800 V	Unit Nom. Power	9.00 kW AC
PV Array loss factors				
Thermal Loss factor	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
=> Nominal Oper. Coll. Temp. (G=800 W/m², Tamb=20°C, Wind=1 m/s.)			NOCT	56 °C
Wiring Ohmic Loss	Global array res.	538 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
Module Quality Loss			Loss Fraction	1.5 %
Module Mismatch Losses			Loss Fraction	2.0 % at MPP
Incidence effect, ASHRAE parametrization	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	bo Parameter	0.05

Loss diagram over the whole year

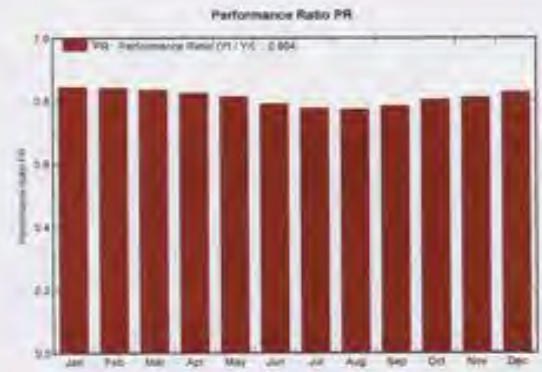
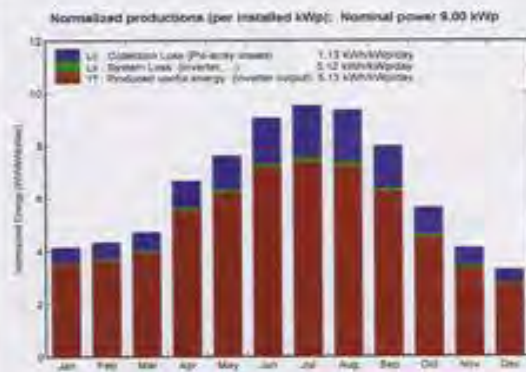


Grid-Connected System: Main results

Project : Grid-Connected Project at Athinaï
Simulation variant : New simulation variant

Main system parameters	System type	Grid-Connected	
PV Field Orientation	Tracking two axis		
PV modules	Model	Blue 270/17(300)	Pnom 300 Wp
PV Array	Nb. of modules	30	Pnom total 9.00 kWp
Inverter	Model	Powador 10.0 TL3	Pnom 9.00 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)		

Main simulation results			
System Production	Produced Energy	16.86 MWh/year	Specific prod. 1874 kWh/kWp/year
	Performance Ratio PR	80.4 %	



New simulation variant Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobE# kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	EffArrR %	EffSysR %
January	66.0	11.60	128.6	127.0	1.001	0.977	13.24	12.93
February	74.0	10.90	121.9	120.2	0.946	0.923	13.21	12.89
March	104.0	11.80	146.6	144.0	1.130	1.102	13.11	12.79
April	147.0	13.90	200.5	197.3	1.523	1.489	12.93	12.64
May	182.0	18.00	236.4	232.8	1.771	1.732	12.75	12.47
June	201.0	22.10	271.9	268.2	1.978	1.935	12.36	12.11
July	213.0	25.60	295.5	291.9	2.112	2.066	12.16	11.90
August	200.0	26.30	290.0	286.7	2.063	2.020	12.10	11.85
September	155.0	24.30	239.7	236.8	1.730	1.692	12.28	12.01
October	106.0	20.50	174.6	172.4	1.293	1.264	12.60	12.31
November	66.0	16.40	123.4	121.8	0.924	0.901	12.74	12.43
December	52.0	13.50	102.0	100.7	0.781	0.761	13.02	12.69
Year	1566.0	17.95	2330.9	2299.8	17.253	16.862	12.59	12.31

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. Ecolut array / rough area
 GlobE#: Effective Global. corr. for IAM and shadings EffSysR: Effic. Ecolut system / rough area

Ο βαθμός απόδοσης(Performance Ratio) από το συνδυασμό πλαισίου – αντιστροφέα αγγίζει το 80,4%. Από το DC εύρος τάσης διασύνδεσης του αντιστροφέα(200V-800V), την τάση που αναπτύσσεται στα άκρα του από τα πλαίσια(512V) και από την ελάχιστη τάση (350V) που απαιτείται για τα ονομαστικά του στοιχεία καταλήγουμε στο ότι θα έχουμε ομαλή λειτουργία όταν στα πάνελ προσκρούει το ελάχιστο του 68,4% της απόλυτης δυνατής ακτινοβολίας($G=1000\text{W}/\text{m}^2$). Σε αυτή τη περίπτωση η κρίσιμη ακτινοβολία που θα θέτει εκτός λειτουργίας τον αντιστροφέα είναι κάτω από το όριο του 68,4%. Η ενέργεια που παράγεται από το κάθε πλαίσιο φτάνει τις 1874kWh/kWp/έτος ενώ των 2 συστοιχιών (που συνδέονται στον αντιστροφέα) είναι 16,86MWh/έτος. Οι συνολικές απώλειες από την άλλη εκτιμώνται ότι θα είναι στους μετατροπείς 18,3% ενώ στους αντιστροφείς 2,3%.

ix) Σύγκριση μεταξύ Fix και Tracker

Συγκρινόμενα τα δύο συστήματα προκύπτει το αναμενόμενο, δηλαδή το σύστημα παρακολούθησης του ηλίου στα πλαίσια μας παράγει περισσότεροι συγκεκριμένα το Performance Ratio αυξάνει κατά 0,2% στα πλαίσια των 100Wp, στα πλαίσια των 200Wp είναι αμετάβλητο ενώ στα πλαίσια των 300Wp αυξάνει κατά 0,9%. Από τη χρήση του tracking οι απώλειες στους inverter, που είναι σταθερές για το κάθε σύστημα, είναι κατά 0,2% λιγότερες.

Το αντίθετο προκύπτει με τις απώλειες των πλαισίων όπου εκεί το Fix σύστημα υπερτερεί. Το σύστημα των σταθερών πλαισίων λοιπόν παρουσιάζει λιγότερες απώλειες κατά 1,2% στα 100Wp, κατά 1% στα 200Wp ενώ στα πλαίσια των 300Wp η διαφορά μικραίνει στο 0,7%.

x) Σύγκριση μεταξύ των διαφορετικών Wp των πάνελ

Συγκρίνοντας λοιπόν τα πλαίσια του κάθε κατασκευαστή βλέπουμε ότι μεγαλώνοντας την ισχύ του πλαισίου αυξάνει το Performance Ratio, κατά συνέπεια και το ποσό της προσδοκώμενης παραγόμενης ενέργειας.

Όσο μεγαλώνουμε την ονομαστική ισχύ των πλαισίων μειώνεται (όχι απόλυτα αναλογικά) το ποσό της κρίσιμης ακτινοβολίας (το οποίο μεταφράζεται σε τάση) που απαιτείται από τον κατασκευαστή σε πρώτη φάση για να λειτουργήσει και σε δεύτερη για την ομαλή λειτουργία (ονομαστικές συνθήκες) του αντιστροφέα. Αναλυτικότερα στα πλαίσια των 100Wp πρέπει να προσπίπτει το 78,1% της απόλυτα δυνατής ακτινοβολίας ($G=1000\text{W}/\text{m}^2$), στα πλαίσια των 200W της Photowatt το 61,9%, στα πλαίσια των 200W της Solon το 58,3% ενώ στα πλαίσια των 300W το 68,4%.

Όσον αφορά τις απώλειες των πλαισίων, τα πλαίσια των 100Wr είναι αυτά που παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες απώλειες(18,1%~19,3%),τα πλαίσια των 300Wr(17,6%~18,3%) έχουν τη δεύτερη θέση στις απώλειες .Τέλος στα πλαίσια των 200Wr παρουσιάζονται απώλειες, σε αυτά της Photowatt(15,7%~16,7%),ενώ εκείνα της Solon(16,7%-17,7%).

2.3.2.3)Προσομοιώσεις με αντιστροφή 100 kW σε συνδυασμό με το καλύτερο πλαίσιο.

Σε αυτήν την ενότητα συγκρίσεων αποφασίσαμε να χρησιμοποιήσουμε μόνο τα πλαίσια PHOTOWATT των 200W μιας και μετά από τις παραπάνω συγκρίσεις αποδείχτηκαν ως τα καλύτερα.

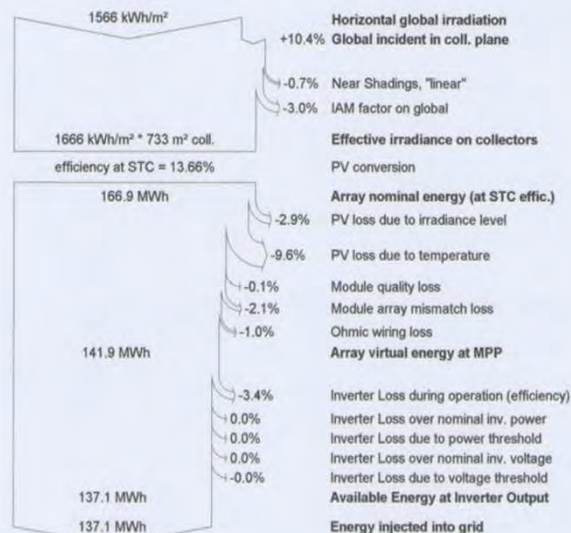
i)Fix

Σε αυτή την μελέτη η υλοποίηση γίνεται με Φ/Β πλαίσια της PHOTOWATT ονομαστικής ισχύος 200W (μοντέλο:PW 2050/200W)και αντιστροφείς της KACO new energy ονομαστικής ισχύος 100kW (μοντέλο:PowadorXP100-HV). Έχουμε λοιπόν 25 συστοιχίες φωτοβολταϊκών, συνδεδεμένες σε ένα αντιστροφέα, όπου η κάθε συστοιχία αποτελείται από 20 μετατροπείς. Οι μετατροπείς συνδέονται 25 σε σειρά και 20 παράλληλα, με την τάση στα άκρα του αντιστροφέα να φτάνει τα 588V ενώ το ρεύμα που τον διαρρέει τα 152A.

Grid-Connected System: Simulation parameters

Project :		Grid-Connected Project at Athinai			
Geographical Site	Athinai	Country	Greece		
Situation Time defined as	Latitude	38.0°N	Longitude	23.4°E	
	Legal Time	Time zone UT+2	Altitude	107 m	
	Albedo	0.20			
Meteo data :	Athinai, Synthetic Hourly data				
Simulation variant :		New simulation variant			
		Simulation date	23/05/12 18h15		
Simulation parameters					
Collector Plane Orientation	Tilt	29°	Azimuth	0°	
Horizon	Free Horizon				
Near Shadings	Linear shadings				
PV Array Characteristics					
PV module	Si-poly	Model	PW 2050 / 200W		
		Manufacturer	Photowatt		
Number of PV modules	In series	25 modules	In parallel	20 strings	
Total number of PV modules	Nb. modules	500	Unit Nom. Power	200 Wp	
Array global power	Nominal (STC)	100 kWp	At operating cond.	89.4 kWp (50°C)	
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	588 V	I mpp	152 A	
Total area	Module area	733 m²			
Inverter		Model	Powador XP100-HV		
		Manufacturer	KACO new energy		
Characteristics	Operating Voltage	450-800 V	Unit Nom. Power	100 kW AC	
PV Array loss factors					
Thermal Loss factor	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s	
=> Nominal Oper. Coll. Temp. (G=800 W/m², Tamb=20°C, Wind=1 m/s.)			NOCT	56 °C	
Wiring Ohmic Loss	Global array res.	65 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC	
Module Quality Loss			Loss Fraction	0.1 %	
Module Mismatch Losses			Loss Fraction	2.0 % at MPP	
Incidence effect, ASHRAE parametrization	IAM = 1 - bo (1/cos i - 1)	bo Parameter	0.05		

Loss diagram over the whole year



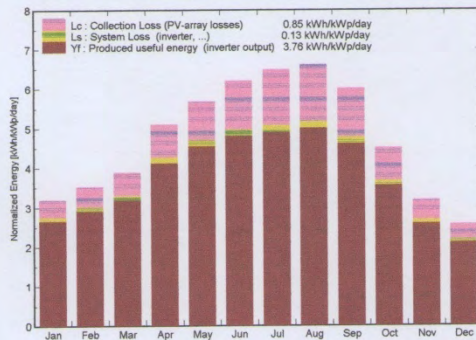
Grid-Connected System: Main results

Project : Grid-Connected Project at Athinaí
Simulation variant : New simulation variant

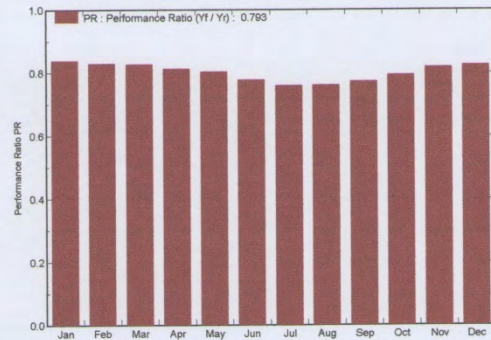
Main system parameters	System type	Grid-Connected		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	29°	azimuth	0°
PV modules	Model	PW 2050 / 200W	Pnom	200 Wp
PV Array	Nb. of modules	500	Pnom total	100 kWp
Inverter	Model	Powador XP100-HV	Pnom	100 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)			

Main simulation results
 System Production **Produced Energy 137.1 MWh/year** Specific prod. 1371 kWh/kWp/year
 Performance Ratio PR **79.3 %**

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 100 kWp



Performance Ratio PR



New simulation variant Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	EffArrR %	EffSysR %
January	66.0	11.60	98.6	95.2	8.54	8.25	11.82	11.41
February	74.0	10.90	98.5	95.1	8.47	8.17	11.72	11.30
March	104.0	11.80	120.0	115.8	10.27	9.91	11.66	11.25
April	147.0	13.90	152.6	146.9	12.83	12.38	11.46	11.06
May	182.0	18.00	175.9	169.1	14.59	14.11	11.31	10.94
June	201.0	22.10	185.6	177.9	14.93	14.42	10.97	10.59
July	213.0	25.60	200.7	192.7	15.74	15.21	10.69	10.34
August	200.0	26.30	204.4	197.1	16.04	15.51	10.70	10.35
September	155.0	24.30	179.7	173.6	14.32	13.86	10.87	10.52
October	106.0	20.50	139.1	134.4	11.39	11.01	11.17	10.79
November	66.0	16.40	95.0	91.7	8.05	7.76	11.55	11.14
December	52.0	13.50	79.2	76.3	6.77	6.52	11.67	11.23
Year	1566.0	17.95	1729.3	1665.7	141.94	137.11	11.19	10.81

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

Ο βαθμός απόδοσης(Performance Ratio) από το συνδυασμό πλαισίου – αντιστροφέα αγγίζει το 79,3%. Από το DC εύρος τάσης διασύνδεσης του αντιστροφέα(450V-800V), την τάση που αναπτύσσεται στα άκρα του από τα πλαίσια(588V) και από την ελάχιστη τάση (450V) που απαιτείται για τα ονομαστικά του στοιχεία καταλήγουμε στο ότι θα έχουμε ομαλή λειτουργία όταν στα πάνελ προσκρούει το ελάχιστο του 76,5% της απόλυτης δυνατής ακτινοβολίας($G=1000\text{W/m}^2$). Σε αυτή τη περίπτωση η κρίσιμη ακτινοβολία που θα θέτει εκτός λειτουργίας τον αντιστροφέα είναι κάτω από το όριο του 76,5%. Η ενέργεια που παράγεται από το κάθε πλαίσιο φτάνει τις 1371kWh/kWp/έτος ενώ των 50 συστοιχιών(που συνδέονται στον αντιστροφέα) είναι 137,1MWh/έτος. Οι συνολικές απώλειες από την άλλη εκτιμώνται ότι θα είναι στους μετατροπείς 15,7% ενώ στους αντιστροφείς 3,4%.

ii) Tracking

Τα δεδομένα αυτής της προσομοίωσης δεν διαφέρουν από την προηγούμενη, πέραν της ύπαρξης του συστήματος παρακολούθησης του ηλίου(tracking) το οποίο βέβαια αλλάζει το ύψος τοποθέτησης των πάνελ.

Grid-Connected System: Simulation parameters

Project :	Grid-Connected Project at Athinai		
Geographical Site	Athinai	Country	Greece
Situation	Latitude 38.0°N	Longitude	23.4°E
Time defined as	Legal Time Time zone UT+2	Altitude	107 m
	Albedo 0.20		
Meteo data :	Athinai, Synthetic Hourly data		

Simulation variant :	New simulation variant
Simulation date	23/05/12 19h21

Simulation parameters

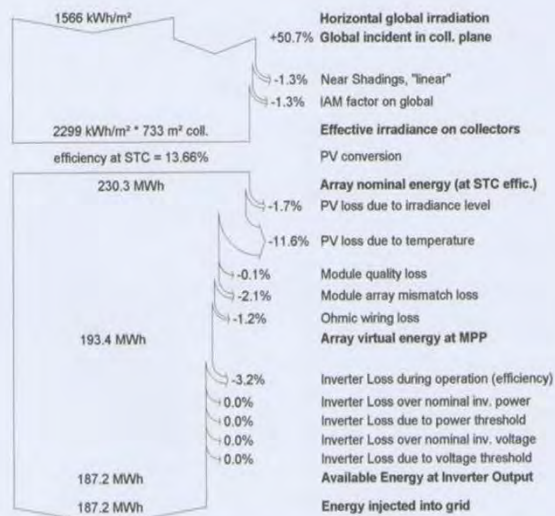
Tracking plane, two axis	Minimum Tilt -90°	Maximum Tilt	90°
Rotation Limitations	Minimum Azimuth -180°	Maximum Azimuth	180°
Horizon	Free Horizon		
Near Shadings	Linear shadings		
PV Array Characteristics			
PV module	Si-poly	Model	PW 2050 / 200W
		Manufacturer	Photowatt
Number of PV modules	In series	25 modules	In parallel 20 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	500	Unit Nom. Power 200 Wp
Array global power	Nominal (STC)	100 kWp	At operating cond. 89.4 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	588 V	I mpp 152 A
Total area	Module area	733 m²	

Inverter	Model	Powador XP100-HV	
	Manufacturer	KACO new energy	
Characteristics	Operating Voltage	450-800 V	Unit Nom. Power 100 kW AC

PV Array loss factors

Thermal Loss factor	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
=> Nominal Oper. Coll. Temp. (G=800 W/m², Tamb=20°C, Wind=1 m/s.)			NOCT	56 °C
Wiring Ohmic Loss	Global array res.	65 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
Module Quality Loss			Loss Fraction	0.1 %
Module Mismatch Losses			Loss Fraction	2.0 % at MPP
Incidence effect, ASHRAE parametrization	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	bo Parameter	0.05

Loss diagram over the whole year

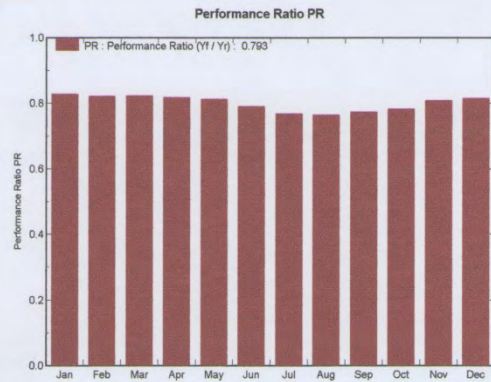
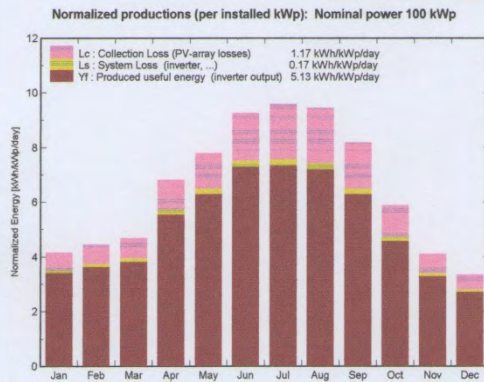


Grid-Connected System: Main results

Project : Grid-Connected Project at Athinaï
Simulation variant : New simulation variant

Main system parameters	System type	Grid-Connected		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	Tracking two axis			
PV modules	Model	PW 2050 / 200W	Pnom	200 Wp
PV Array	Nb. of modules	500	Pnom total	100 kWp
Inverter	Model	Powador XP100-HV	Pnom	100 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)			

Main simulation results	Produced Energy	187.2 MWh/year	Specific prod.	1872 kWh/kWp/year
System Production	Performance Ratio PR	79.3 %		



New simulation variant Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	EffArrR %	EffSysR %
January	66.0	11.60	128.1	124.0	10.96	10.59	11.67	11.28
February	74.0	10.90	123.9	119.9	10.53	10.17	11.58	11.19
March	104.0	11.80	144.5	139.7	12.29	11.87	11.60	11.20
April	147.0	13.90	204.0	198.5	17.22	16.66	11.51	11.14
May	182.0	18.00	240.9	235.2	20.17	19.54	11.41	11.06
June	201.0	22.10	277.2	270.9	22.59	21.89	11.11	10.77
July	213.0	25.60	296.3	290.4	23.48	22.75	10.80	10.47
August	200.0	26.30	292.2	286.5	23.03	22.31	10.75	10.41
September	155.0	24.30	244.7	238.8	19.50	18.89	10.87	10.53
October	106.0	20.50	181.7	176.5	14.68	14.20	11.02	10.66
November	66.0	16.40	122.5	118.5	10.24	9.90	11.40	11.02
December	52.0	13.50	103.3	99.9	8.72	8.41	11.51	11.10
Year	1566.0	17.95	2359.5	2298.7	193.41	187.17	11.18	10.82

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

Ο βαθμός απόδοσης(Performance Ratio) από το συνδυασμό πλαισίου – αντιστροφέα αγγίζει το 79,3%. Από το DC εύρος τάσης διασύνδεσης του αντιστροφέα(450V-800V), την τάση που αναπτύσσεται στα άκρα του από τα πλαίσια(588V) και από την ελάχιστη τάση (450V) που απαιτείται για τα ονομαστικά του στοιχεία καταλήγουμε στο ότι θα έχουμε ομαλή λειτουργία όταν στα πάνελ προσκρούει το ελάχιστο του 76,5% της απόλυτης δυνατής ακτινοβολίας($G=1000\text{W/m}^2$). Σε αυτή τη περίπτωση η κρίσιμη ακτινοβολία που θα θέτει εκτός λειτουργίας τον αντιστροφέα είναι κάτω από το όριο του 76,5%. Η ενέργεια που παράγεται από το κάθε πλαίσιο φτάνει τις 1872kWh/kWp/έτος ενώ των 50 συστοιχιών(που συνδέονται στον αντιστροφέα) είναι 187,2MWh/έτος. Οι συνολικές απώλειες από την άλλη εκτιμώνται ότι θα είναι στους μετατροπείς 16,7% ενώ στους αντιστροφείς 3,2%.

iii) Σύγκριση μεταξύ Fix και Tracking

Τα παραγόμενα ποσά ενέργειας της ονομαστικής εγκατεστημένης ισχύος των μετατροπέων(100KW) του συστήματος tracking αγγίζουν τα 187,2MWh/έτος ενώ του κάθε πλαισίου υπολογίζεται σε 1872kWh/kWp/έτος, αντίστοιχα, του fix είναι 137,1MWh/έτος και 1371kWh/kWp/έτος.

Από τη χρήση του συστήματος tracking οι απώλειες στον inverter μειώνονται κατά 0,2%. Το αντίθετο προκύπτει με τις απώλειες των πλαισίων όπου εκεί το Fix σύστημα υπερτερεί. Το σύστημα των σταθερών πλαισίων λοιπόν παρουσιάζει λιγότερες απώλειες κατά 1%. Ενώ το Performance Ratio παραμένει αμετάβλητο .

3) ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

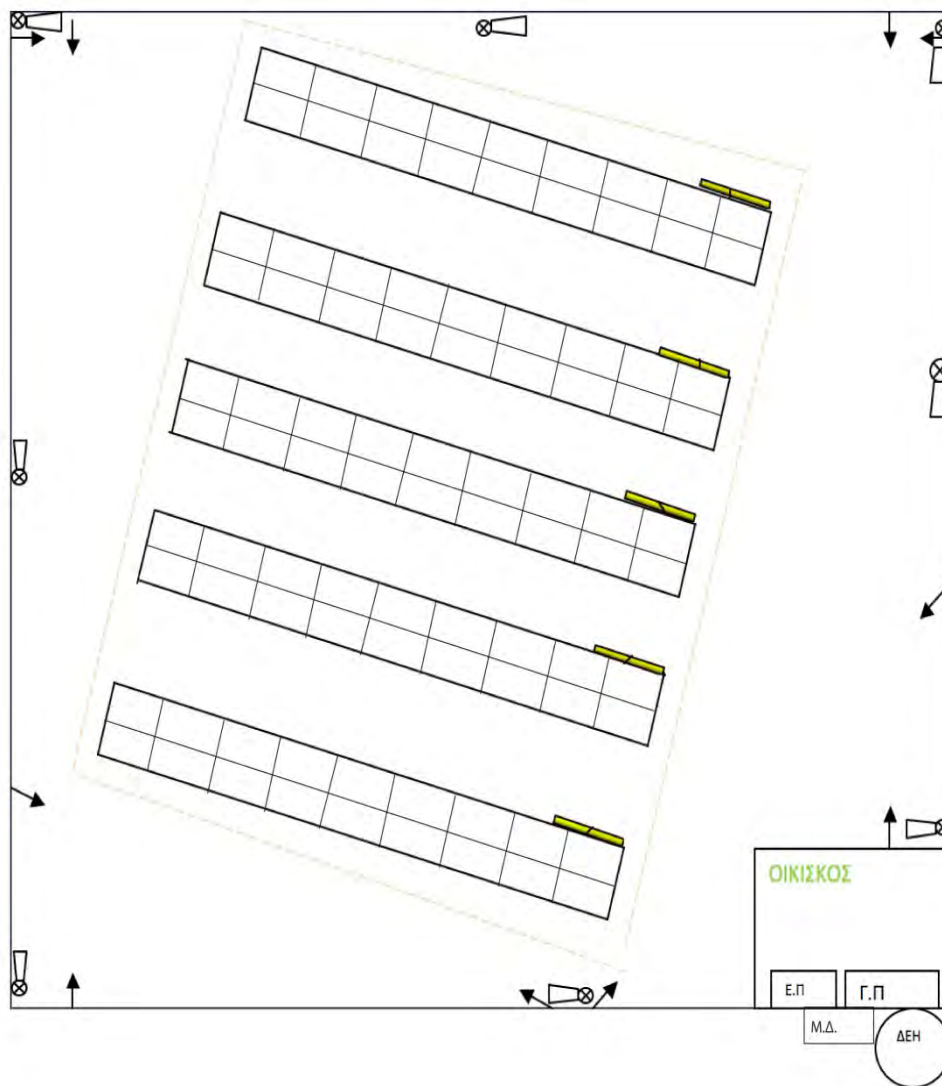
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων της προμελέτης καταλήξαμε στη χρήση ενός συγκεκριμένου φωτοβολταϊκού πλαισίου και αντιστροφέα. Συγκεκριμένα χρησιμοποιούμε τα πλαίσια της PHOTOWATT μοντέλο PW 2050/200W ισχύος 200 W και τον αντιστροφέα της KACO new energy μοντέλο Powador 10.0 TL3 ισχύος 10kW. Τέλος, η επιλογή μας στηρίχθηκε στο ότι ο συνδυασμός αυτός προσφέρει το καλύτερο ποσοστό απόδοσης (Performance ratio) όπως και τις λιγότερες απώλειες ενέργειας του συστήματος. Στην επιλογή του συγκεκριμένου αντιστροφέα μας βοήθησε, ακόμα, το γεγονός ότι διαθέτει ενσωματωμένες στο κυτίο του διατάξεις προστασίας, όπως απαγωγείς υπερτάσεων και για την AC και για τη DC πλευρά του. Αυτό μας συμφέρει και οικονομικά και κατασκευαστικά. Για την επιλογή του είδους βάσης του συστήματος που θα επιλέξουμε για να υλοποιηθεί το πάρκο μας (trackers ή σταθερή βάση) βασιστήκαμε στο κόστος συντήρησης, στη δυνατότητα τοποθέτησης όλων των φ/β πλαισίων της αγοράς ανεξαρτήτως διαστάσεων, στο ανταγωνιστικό κόστος και σε θέματα αξιοπιστίας που πλεονεκτούν οι σταθερές βάσεις από τις κινητές. Ακόμα, το σύστημα tracking μειονεκτεί ως προς το αυξημένο κόστος της επένδυσης, την ύπαρξη κινητών μερών η οποία και αυξάνει την πολυπλοκότητα του συστήματος, το νεκρό χρόνο παραγωγής που θα προκύψει κατά την περίπτωση αστοχιών και της συντήρησης. Τέλος ένας ακόμα παράγοντας είναι η ανάγκη για αυτοκατανάλωση κάποιας ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας για την περιστροφή των συστημάτων.

3.1) ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΡΓΟΥ

Επιλέχθηκαν τα Φ/Β πλαίσια της PHOTOWATT ονομαστικής ισχύος 200W (μοντέλο: PW 2050/200W) και όσον αφορά τους αντιστροφείς, αντιστροφείς της KACO new energy ονομαστικής ισχύος 10kW (μοντέλο: Powador 10.0 TL3). Άρα η συνολική εγκατεστημένη ισχύς της κάθε συστοιχίας φτάνει τα 10kW. Η εγκατεστημένη ισχύς είναι $10\text{kW} \times 10 \text{αντιστροφείς} = 100000\text{W}$. Έτσι για το συγκεκριμένο έργο απαιτούνται $100000:200=500$ τεμάχια Φ/Β πλαισίων, διαστάσεων $1474 \times 995 \text{ mm}^2$. Η συνολική επιφάνεια συλλεκτών είναι 733m^2 ($1.474\text{m} \times 0.995\text{m} = 1.47\text{m}^2$ η επιφάνεια ενός συλλέκτη, $1.47\text{m} \times 500$ τεμάχια συλλεκτών = 733m^2).

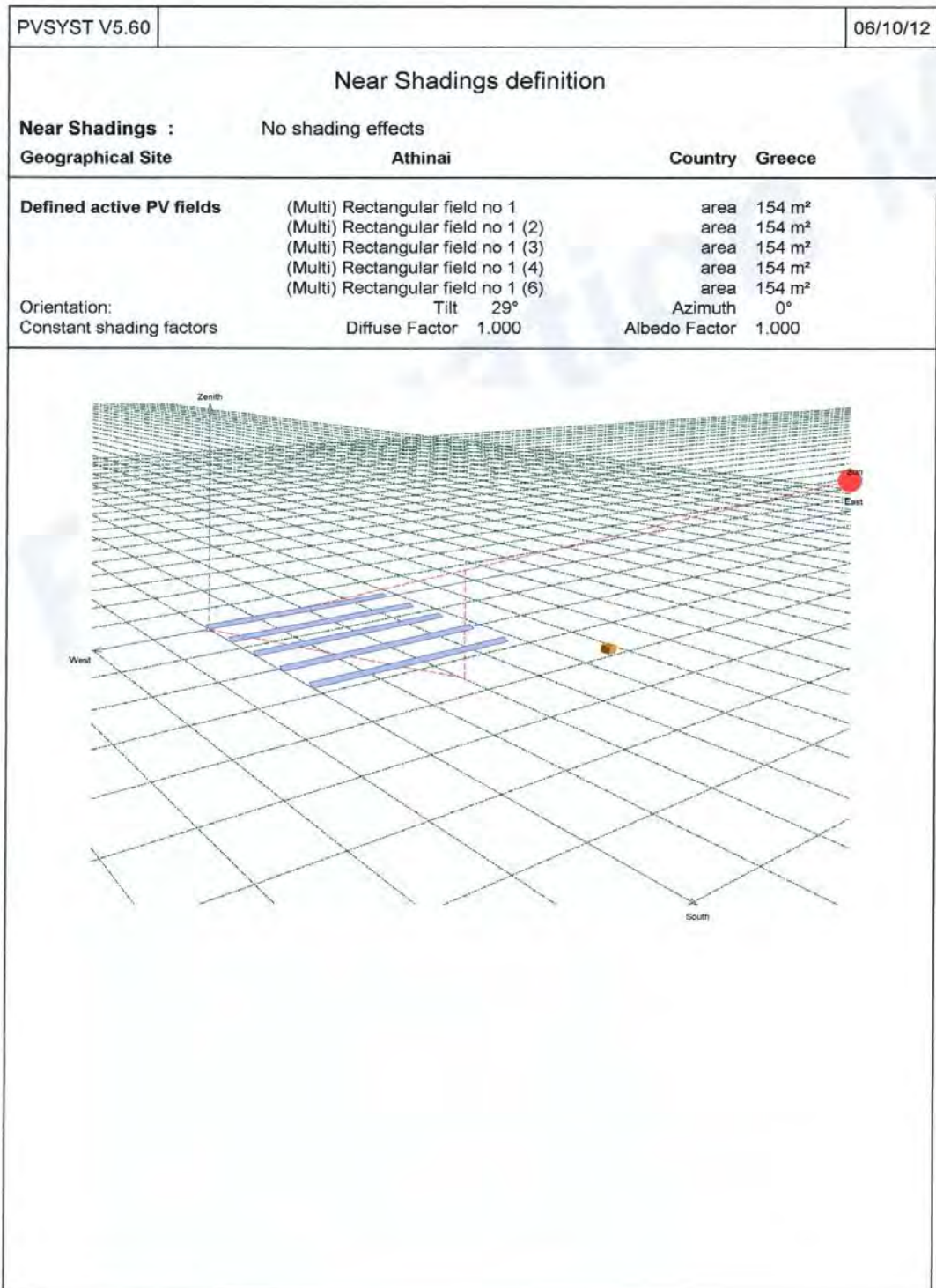
ΣΧΕΔΙΟ ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟΥ



ΥΠΟΜΝΗΜΜΑ ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟΥ

ΥΠΟΜΝΗΜΜΑ	inverters	φωτισμός	κάμερα	beam	γείωση	κολώνα ΔΕΗ	γενικός πίνακας	εσωτερικός πίνακας	συστοιχία	μετρητική διάταξη

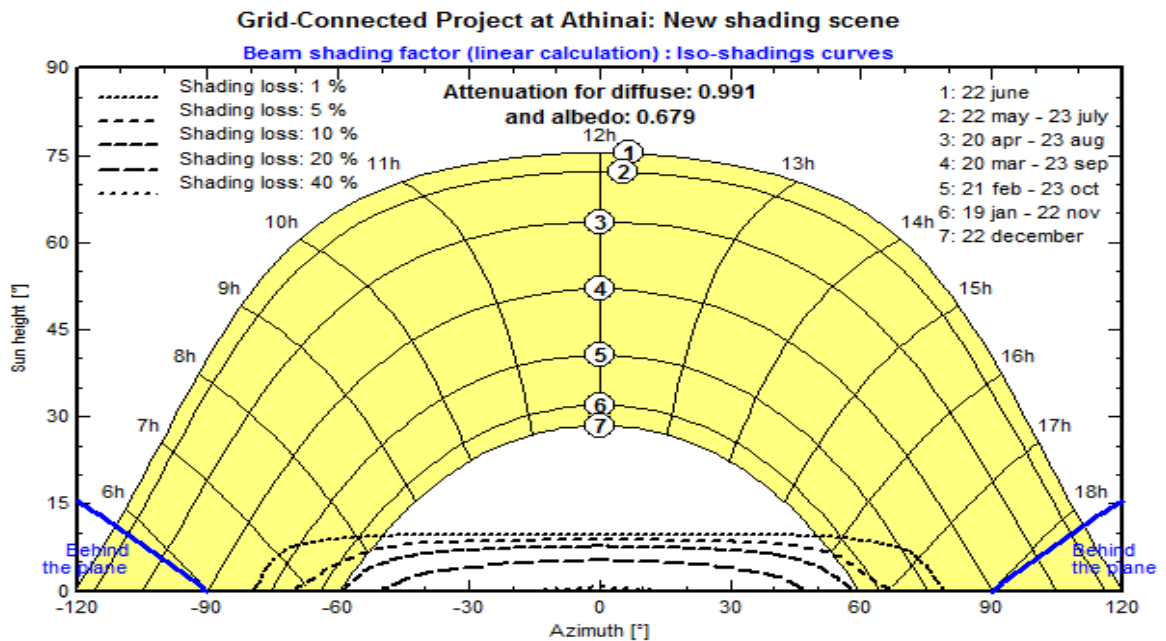
Με τη βοήθεια των προσομοιώσεων του προγράμματος PVSYST(εκδόσεις V5.53,V5.56,V5.60) η τρισδιάστατη απεικόνιση της χωροταξικής διάταξης των βάσεων προέκυψε ως εξής:



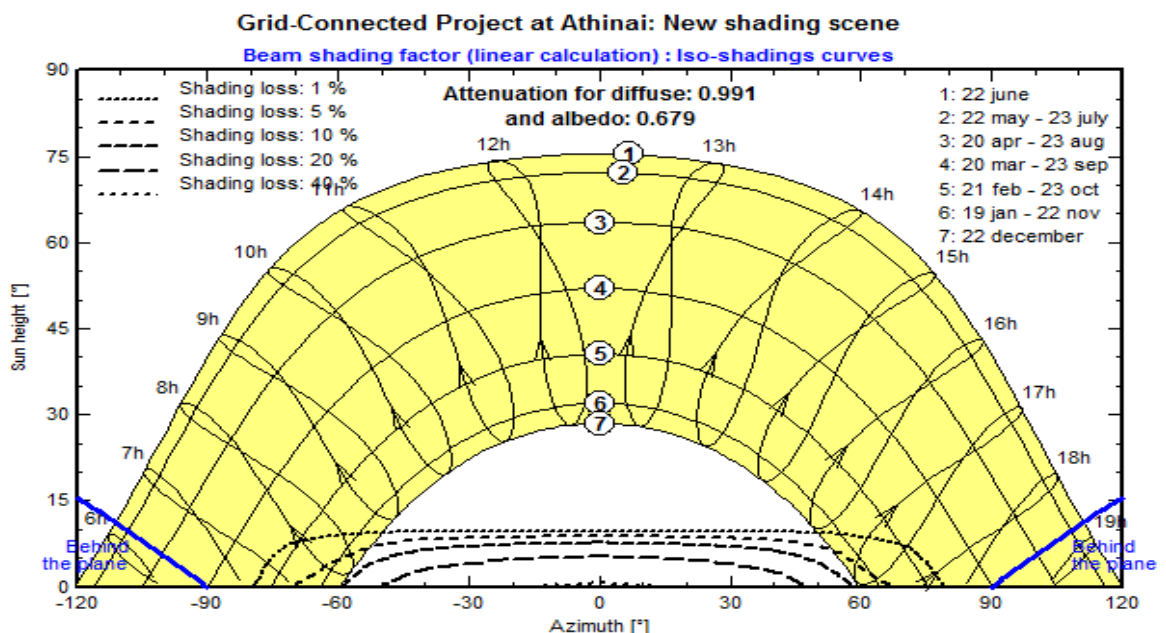
Η απόσταση των συστοιχιών στη διεύθυνση Β-Ν μεταξύ των πλαισίων είναι:14m και η απόσταση της πρώτης συστοιχίας από τον οικίσκο είναι:28m.

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΓΟΥ ΒΑΣΕΙ ΠΡΟΣΟΜΕΙΩΣΗΣ

Δέσμη συντελεστή σκίασης (γραμμικός υπολογισμός): Καμπύλες σκίασης

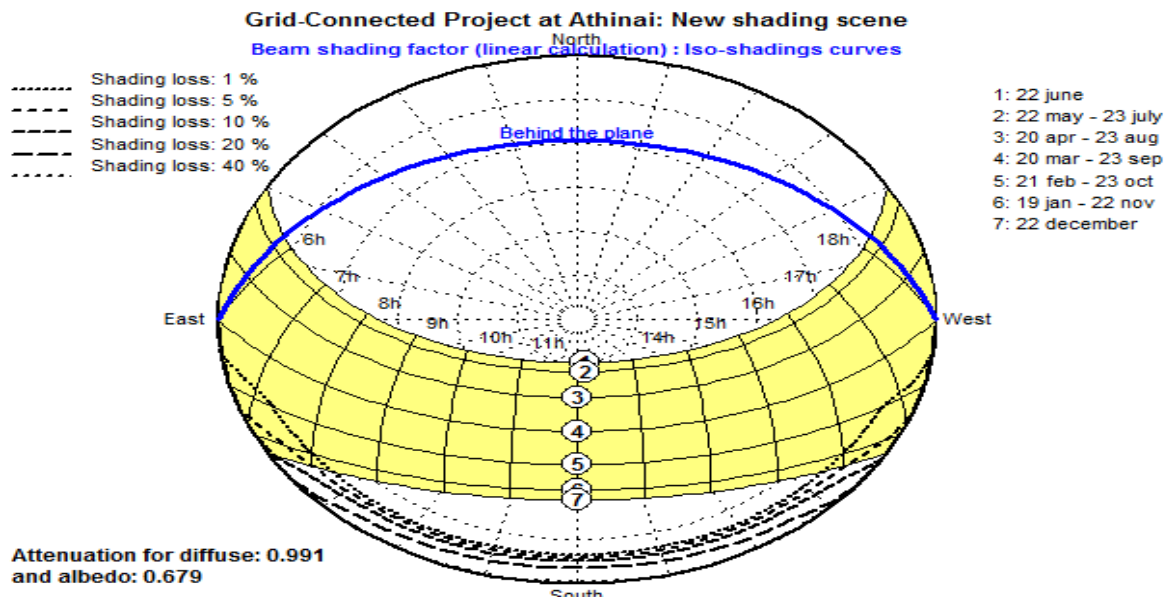


Δέσμη συντελεστή σκίασης (γραμμικός υπολογισμός): Καμπύλες σκίασης

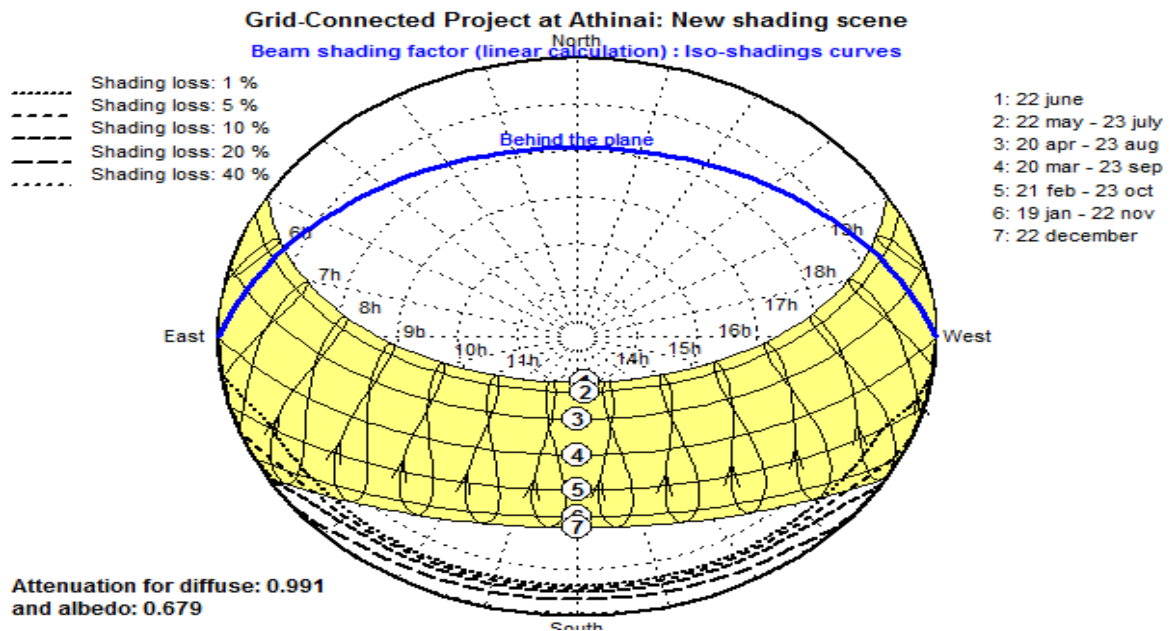


Attenuation for diffuse: εξασθένηση λόγω διάχυσης
 And albedo: και ανακλαστικότητα
 Shading loss: Απώλεια σκίασης

Δέσμη συντελεστή σκίασης (γραμμικός υπολογισμός): Καμπύλες σκίασης



Δέσμη συντελεστή σκίασης (γραμμικός υπολογισμός): Καμπύλες σκίασης



Attenuation for diffuse: εξασθένηση λόγω διάχυσης
 And albedo: και ανακλαστικότητα
 Shading loss: Απώλεια σκίασης

Πίνακας παράγοντα σκίασης(γραμμικός),για τη συνιστώσα δέσμης

Shading factor table (linear), for the beam component

Azimuth	-180°	-160°	-140°	-120°	-100°	-80°	-60°	-40°	-20°	0°
Height										
90°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
80°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
70°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
60°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
50°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
40°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
30°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
20°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
10°	Behind	Behind	Behind	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2°	Behind	Behind	Behind	Behind	1.000	1.000	0.908	0.705	0.614	0.570

Πίνακας παράγοντα σκίασης(γραμμικός),για τη συνιστώσα δέσμης

Shading factor table (linear), for the beam component

Azimuth	180°	160°	140°	120°	100°	80°	60°	40°	20°	0°
Height										
90°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
80°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
70°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
60°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
50°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
40°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
30°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
20°	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
10°	Behind	Behind	Behind	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2°	Behind	Behind	Behind	Behind	1.000	1.000	0.928	0.722	0.618	0.570

Shading factor for diffuse: 0.991 and for albedo: 0.679

Παράγοντας σκίασης λόγω διάχυσης:0.991 και ανακλαστικότητας:0.679

ΑΝΑΦΟΡΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

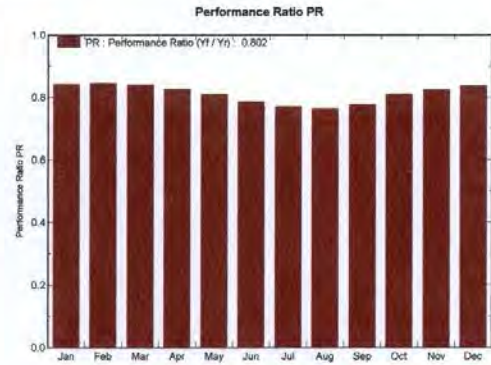
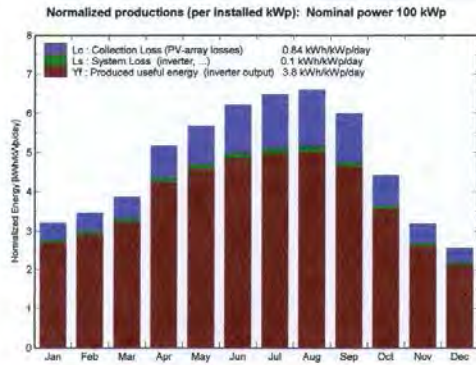
PVSYST V5.60		06/10/12	Page 1/3
Grid-Connected System: Simulation parameters			
Project :	Grid-Connected Project at Athinai		
Geographical Site	Athinai	Country	Greece
Situation	Latitude 38.0°N	Longitude	23.4°E
Time defined as	Legal Time Time zone UT+2	Altitude	107 m
	Albedo		0.20
Meteo data :	Athinai, Synthetic Hourly data		
Simulation variant :	New simulation variant		
	Simulation date	06/10/12 22h09	
Simulation parameters			
Collector Plane Orientation	Tilt	29°	Azimuth 0°
Horizon	Free Horizon		
Near Shadings	Linear shadings		
PV Array Characteristics			
PV module	Si-poly	Model	PW 2050 / 200W
	Manufacturer	Photowatt	
Number of PV modules	In series	25 modules	In parallel 20 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	500	Unit Nom. Power 200 Wp
Array global power	Nominal (STC)	100 kWp	At operating cond. 89.4 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	588 V	I mpp 152 A
Total area	Module area	733 m²	
Inverter			
	Model	Powador 10.0 TL3	
	Manufacturer	KACO new energy	
Characteristics	Operating Voltage	200-800 V	Unit Nom. Power 9.00 kW AC
Inverter pack	Number of Inverter	10 units	Total Power 90.00 kW AC
PV Array loss factors			
Thermal Loss factor	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wind) 0.0 W/m²K / m/s
=> Nominal Oper. Coll. Temp. (G=800 W/m², Tamb=20°C, Wind=1 m/s.)			NOCT 56 °C
Wiring Ohmic Loss	Global array res.	65 mOhm	Loss Fraction 1.5 % at STC
Module Quality Loss			Loss Fraction 0.1 %
Module Mismatch Losses			Loss Fraction 2.0 % at MPP
Incidence effect, ASHRAE parametrization	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	bo Parameter 0.05
User's needs :	Unlimited load (grid)		

Grid-Connected System: Main results

Project : Grid-Connected Project at Athinaï
Simulation variant : New simulation variant

Main system parameters	System type	Grid-Connected	
Near Shadings	Linear shadings		
PV Field Orientation	tilt	29°	azimuth 0°
PV modules	Model	PW 2050 / 200W	Pnom 200 Wp
PV Array	Nb. of modules	500	Pnom total 100 kWp
Inverter	Model	Powador 10.0 TL3	Pnom 9.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	10.0	Pnom total 90.0 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)		

Main simulation results
 System Production **Produced Energy 138.6 MWh/year** Specific prod. 1386 kWh/kWp/year
 Performance Ratio PR **80.2 %**



New simulation variant Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	EffArrR %	EffSysR %
January	66.0	11.60	99.3	95.7	8.57	8.35	11.76	11.47
February	74.0	10.90	96.7	93.4	8.38	8.16	11.81	11.51
March	104.0	11.80	119.4	115.2	10.30	10.04	11.76	11.48
April	147.0	13.90	154.7	149.0	13.07	12.75	11.52	11.24
May	182.0	18.00	175.9	169.1	14.58	14.23	11.30	11.03
June	201.0	22.10	186.0	178.3	14.97	14.60	10.97	10.70
July	213.0	25.60	200.7	192.7	15.82	15.44	10.75	10.49
August	200.0	26.30	204.2	197.0	15.96	15.59	10.66	10.41
September	155.0	24.30	179.6	173.7	14.28	13.94	10.84	10.59
October	106.0	20.50	136.5	132.0	11.31	11.04	11.30	11.03
November	66.0	16.40	95.3	91.9	8.04	7.83	11.50	11.21
December	52.0	13.50	78.9	75.9	6.77	6.59	11.71	11.39
Year	1586.0	17.95	1727.4	1663.9	142.04	138.57	11.21	10.94

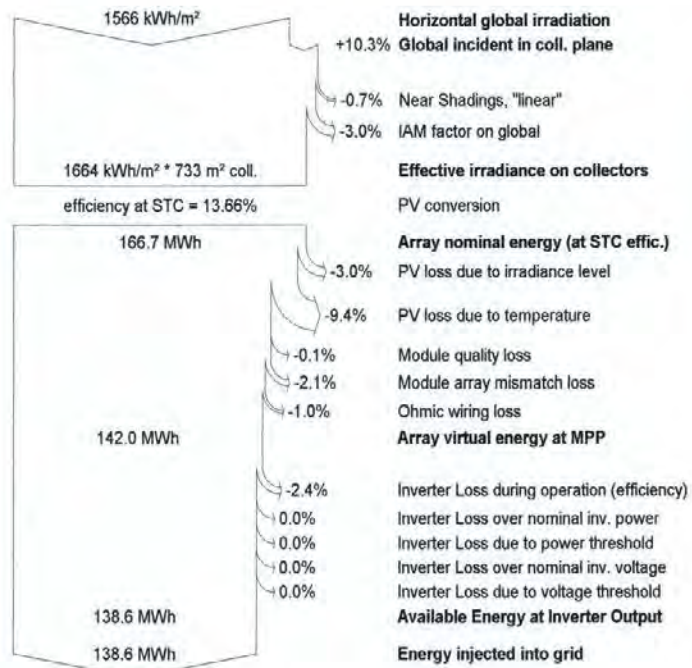
Legends: GlobHor Horizontal global irradiation
 T Amb Ambient Temperature
 GlobInc Global incident in coll. plane
 GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
 EArray Effective energy at the output of the array
 E_Grid Energy injected into grid
 EffArrR Effic. Eout array / rough area
 EffSysR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

Grid-Connected System: Loss diagram

Project : Grid-Connected Project at Athinaï
Simulation variant : New simulation variant

Main system parameters	System type	Grid-Connected	
Near Shadings	Linear shadings		
PV Field Orientation	tilt	29°	azimuth 0°
PV modules	Model	PW 2050 / 200W	Pnom 200 Wp
PV Array	Nb. of modules	500	Pnom total 100 kWp
Inverter	Model	Powador 10.0 TL3	Pnom 9.00 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	10.0	Pnom total 90.0 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)		

Loss diagram over the whole year



Ο βαθμός απόδοσης (Performance Ratio) από το συνδυασμό πλαισίου – αντιστροφέα αγγίζει το 80,2%. Από το DC εύρος τάσης διασύνδεσης του αντιστροφέα (200V-800V), την τάση που αναπτύσσεται στα άκρα του από τα πλαίσια (588V) και από την ελάχιστη τάση (350V) που απαιτείται για τα ονομαστικά του στοιχεία καταλήγουμε στο ότι θα έχουμε ομαλή λειτουργία όταν στα πάνελ προσκρούει το ελάχιστο του 59,5% της απόλυτης δυνατής ακτινοβολίας ($G=1000\text{W/m}^2$). Σε αυτή τη περίπτωση η κρίσιμη ακτινοβολία που θα θέτει εκτός λειτουργίας τον αντιστροφέα είναι κάτω από το όριο του 59,5%. Η ενέργεια που παράγεται από το κάθε πλαίσιο φτάνει τις 1386 kWh/έτος ενώ του συνολικού πάρκου είναι 138,6 MWh /έτος. Οι συνολικές απώλειες από την άλλη εκτιμώνται ότι θα είναι στους μετατροπείς 15,6% ενώ στους αντιστροφέες 2,4%.

Συνθήκες λειτουργίας για κάθε αντιστροφέα:

$$V_{mp} (60^{\circ} \text{C}) = 561 \text{ V}$$

$$V_{mp} (20^{\circ} \text{C}) = 671 \text{ V}$$

$$V_{oc} (-10^{\circ} \text{C}) = 919 \text{ V}$$

$$\text{Plane irradiance} = 1000 \text{ W/m}^2 \text{ (STC)}$$

$$I_{mp} = 15.2 \text{ A}$$

$$\text{Max operating power} = 8.94 \text{ kW}$$

$$I_{sc} = 16.8 \text{ A @ } 1000 \text{ W/m}^2 \text{ @ } 50^{\circ} \text{C}$$

$$I_{sc} = 16.6 \text{ A}$$

$$\text{Plane irradiance} = 1051 \text{ W/m}^2 \text{ (Max in data)}$$

$$I_{mp} = 16 \text{ A}$$

$$\text{Max operating power} = 9.4 \text{ kW}$$

$$I_{sc} = 17.6 \text{ A @ } 1051 \text{ W/m}^2 \text{ @ } 50^{\circ} \text{C}$$

$$\text{Array nominal power} = 10 \text{ kWp}$$

Εμείς στην προσομοίωση μας λειτουργούμε βάσει συνθηκών-τιμών STC.

ΠΙΝΑΚΕΣ
ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Balances and main results: Ισοζύγια και κύρια αποτελέσματα

	GlobHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	EffArrR	EffSysR
	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh	kWh	%	%
January	66.0	11.6	99.3	95.7	8569	8354	11.76	11.47
February	74.0	10.9	96.7	93.4	8378	8165	11.81	11.51
March	104.0	11.8	119.4	115.2	10297	10038	11.76	11.46
April	147.0	13.9	154.7	149.0	13071	12752	11.52	11.24
May	182.0	18.0	175.9	169.1	14577	14229	11.30	11.03
June	201.0	22.1	186.0	178.3	14968	14601	10.97	10.70
July	213.0	25.6	200.7	192.7	15819	15441	10.75	10.49
August	200.0	26.3	204.2	197.0	15964	15593	10.66	10.41
September	155.0	24.3	179.6	173.7	14277	13942	10.84	10.59
October	106.0	20.5	136.5	132.0	11311	11040	11.30	11.03
November	66.0	16.4	95.3	91.9	8037	7828	11.50	11.21
December	52.0	13.5	78.9	75.9	6774	6588	11.71	11.39
Year	1566.0	17.95	1727.4	1663.9	142041	138571	11.21	10.94

GlobHor-Horizontal global irradiation: Πυκνότητα της ολικής προσπίπτουσας ακτινοβολίας στο επίπεδο οριζόντιου συλλέκτη

T Amb-Ambient Temperature: Θερμοκρασία περιβάλλοντος

GlobInc-Global incident irradiation in collector plane: Πυκνότητα της ολικής προσπίπτουσας ακτινοβολίας στο επίπεδο κεκλιμένου συλλέκτη

GlobEff-Effective Global: Αξιοποιήσιμη πυκνότητα της ολικής προσπίπτουσας ακτινοβολίας στο επίπεδο κεκλιμένου συλλέκτη

EArray-Effective energy at the output of the array: Αξιοποιήσιμη ενέργεια στην έξοδο της συστοιχίας

E_Grid-Energy injected into grid: Ενέργεια που διαχέεται στο δίκτυο

EffArrR-Array Efficiency Rough area: Απόδοση της συστοιχίας βάση της ολικής επιφάνειας της

EffSysR-System Efficiency Rough area: Συνολική απόδοση του συστήματος βάση της ολικής επιφάνειας της.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Meteo and incident energy: Μετεωρολογικά δεδομένα και προσπίπτουσα ενέργεια

	GlobHor	DiffHor	T Amb	WindVel	GlobInc	DifSInc	Alb Inc	DifS/GI
	kWh/m ²	kWh/m ²	°C	m/s	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	
January	66.0	31.00	11.6	5.1	99.3	34.84	0.828	0.351
February	74.0	36.00	10.9	6.7	96.7	37.69	0.928	0.390
March	104.0	53.00	11.8	5.1	119.4	52.89	1.304	0.443
April	147.0	62.01	13.9	4.6	154.7	60.29	1.843	0.390
May	182.0	71.00	18.0	4.1	175.9	66.89	2.282	0.380
June	201.0	67.99	22.1	4.6	186.0	62.75	2.520	0.337
July	213.0	65.01	25.6	4.6	200.7	60.42	2.671	0.301
August	200.0	56.00	26.3	4.6	204.2	54.16	2.508	0.265
September	155.0	48.01	24.3	4.6	179.6	49.48	1.943	0.275
October	106.0	43.00	20.5	6.2	136.5	45.69	1.329	0.335
November	66.0	32.00	16.4	4.6	95.3	35.33	0.827	0.371
December	52.0	27.01	13.5	5.1	78.9	30.02	0.652	0.381
Year	1566.0	592.03	17.95	5.0	1727.4	590.43	19.634	0.342

GlobHor-Horizontal global irradiation: Πυκνότητα της ολικής προσπίπτουσας ακτινοβολίας στο επίπεδο οριζόντιου συλλέκτη

DiffHor- Horizontal diffuse irradiation: Διάχυση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας στο επίπεδο οριζόντιου συλλέκτη

T Amb-Ambient Temperature: Θερμοκρασία περιβάλλοντος

WindVel-Wind Velocity: Ταχύτητα ανέμου

GlobInc- Global incident irradiation in collector plane: Πυκνότητα της ολικής προσπίπτουσας ακτινοβολίας στο επίπεδο κεκλιμένου συλλέκτη

DifSInc- Incident diffuse irradiation (from sky) in the collector plane: Προσπίπτουσα διάχυτη ακτινοβολία από τον ουρανό στο επίπεδο του συλλέκτη

Alb Inc- Incident albedo irradiation in the collector plane: Ανακλώμενη προσπίπτουσα ακτινοβολία στο επίπεδο του συλλέκτη

DifS/GI- Incident Sky diffuse/Global ratio: Λόγος προσπίπτουσας ακτινοβολίας από τον ουρανό προς την ολική προσπίπτουσα ακτινοβολία

ΠΙΝΑΚΑΣ 3

Effective incident energy (Transpos., IAM, Shadings): Αξιοποιήσιμη προσπίπτουσα ενέργεια (Μεταφορά, οπτικές απώλειες, σκιάσεις)

	GlobHor	GlobInc	Global	Global	GlobEff	DiffEff
	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²
January	66.0	99.3	96.4	98.6	95.7	33.16
February	74.0	96.7	94.0	96.1	93.4	35.87
March	104.0	119.4	116.0	118.5	115.2	50.34
April	147.0	154.7	150.1	153.6	149.0	57.39
May	182.0	175.9	170.3	174.6	169.1	63.67
June	201.0	186.0	179.6	184.6	178.3	59.73
July	213.0	200.7	194.0	199.3	192.7	57.51
August	200.0	204.2	198.1	202.9	197.0	51.56
September	155.0	179.6	174.6	178.5	173.7	47.10
October	106.0	136.5	132.8	135.7	132.0	43.49
November	66.0	95.3	92.5	94.6	91.9	33.63
December	52.0	78.9	76.5	78.2	75.9	28.57
Year	1566.0	1727.4	1674.8	1715.0	1663.9	562.03

GlobHor- Horizontal global irradiation: Πυκνότητα της ολικής προσπίπτουσας ακτινοβολίας στο επίπεδο οριζόντιου συλλέκτη

GlobInc- Global incident irradiation in collector plane: Πυκνότητα της ολικής προσπίπτουσας ακτινοβολίας στο επίπεδο κεκλιμένου συλλέκτη

GlobIAM- Global on collectors, corrected for incidence (IAM) only (indicative): Ολική προσπίπτουσα ακτινοβολία, διορθωμένη από εμφάνιση οπτικών απωλειών μόνο (ενδεικτικά)

GlobShd- Global on collectors, corrected for near shadings only (indicative): Ολική προσπίπτουσα ακτινοβολία, διορθωμένη από κοντινές σκιάσεις μόνο (ενδεικτικά).

GlobEff- Effective global, corrected for IAM and shadings simultaneously: Αξιοποιήσιμη πυκνότητα της ολικής προσπίπτουσας ακτινοβολίας στο επίπεδο κεκλιμένου συλλέκτη, διορθωμένη για τις οπτικές απώλειες και τις απώλειες σκίασης συγχρόνως.

DiffEff- Effective diffuse, corrected for IAM and shadings simultaneously: Αξιοποιήσιμη διάχυση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, διορθωμένη για τις οπτικές απώλειες και τις απώλειες σκίασης συγχρόνως.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4

Optical factors (Transpos., IAM, Shadings) Οπτικοί παράγοντες (Μεταφορά, οπτικές απώλειες, σκιάσεις)

	GlobHor	GlobInc	FTransp	FIAMBm	FIAMGI	FShdBm	FShdGI	FIAMShd
	kWh/m ²	kWh/m ²						
January	66.0	99.3	1.505	0.978	0.971	0.998	0.993	0.964
February	74.0	96.7	1.307	0.981	0.972	1.000	0.993	0.965
March	104.0	119.4	1.149	0.982	0.972	1.000	0.992	0.964
April	147.0	154.7	1.053	0.978	0.970	1.000	0.993	0.963
May	182.0	175.9	0.967	0.976	0.969	1.000	0.992	0.961
June	201.0	186.0	0.925	0.971	0.966	1.000	0.992	0.959
July	213.0	200.7	0.942	0.972	0.967	1.000	0.993	0.960
August	200.0	204.2	1.021	0.976	0.971	1.000	0.994	0.965
September	155.0	179.6	1.159	0.979	0.973	1.000	0.994	0.967
October	106.0	136.5	1.288	0.981	0.973	1.000	0.994	0.967
November	66.0	95.3	1.443	0.979	0.971	0.998	0.993	0.964
December	52.0	78.9	1.517	0.977	0.970	0.996	0.991	0.962
Year	1566.	1727.4	1.103	0.977	0.970	1.000	0.993	0.963

GlobHor- Horizontal global irradiation: Πυκνότητα της ολικής προσπίπτουσας ακτινοβολίας στο επίπεδο οριζόντιου συλλέκτη

GlobInc- Global incident irradiation in collector plane: Πυκνότητα της ολικής προσπίπτουσας ακτινοβολίας στο επίπεδο κεκλιμένου συλλέκτη

FTransp- Transposition factor: Παράγοντας Μεταφοράς

FIAMBm- IAM factor on beam component: Συντελεστής οπτικών απωλειών για τη συνιστώσα δέσμης

FIAMGI- IAM factor on global component: Συντελεστής οπτικών απωλειών για την ολική συνιστώσα

FShdBm- Near shading factor on beam: Συντελεστής κοντινής σκίασης στη δέσμη

FShdGI- Near shadings factor on global: Ολικός συντελεστής κοντινής σκίασης

FIAMShd- Combined IAM and shading factors: Συνδυασμένες οι οπτικές απώλειες με τους παράγοντες σκίασης

ΠΙΝΑΚΑΣ 5

Detailed System Losses: Λεπτομερείς Απώλειες Συστήματος

	ModQual	MisLoss	OhmLoss	EArrMPP	InvLoss
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
January	4.670	186.7	69.7	8569	215.1
February	4.568	182.6	65.6	8378	212.9
March	5.611	224.3	83.5	10297	258.6
April	7.111	284.3	123.3	13071	318.4
May	7.945	317.6	138.9	14577	348.2
June	8.167	326.5	153.9	14968	366.5
July	8.631	345.0	175.9	15819	377.6
August	8.692	347.5	195.4	15964	371.6
September	7.771	310.7	168.6	14277	335.0
October	6.172	246.7	104.6	11311	270.8
November	4.393	175.6	65.0	8037	208.9
December	3.705	148.1	49.2	6774	186.4
Year	77.437	3095.5	1393.6	142041	3470.0

ModQual- Quality module loss: Απώλειες ποιότητας πλαισίου

MisLoss- Module mismatch loss: Απώλειες ανομοιότητας του πλαισίου

OhmLoss- Ohmic wiring loss: Ωμικές απώλειες καλωδίωσης

EArrMPP- Array virtual energy at MPP: Εικονική ενέργεια συστοιχίας στο MPP

InvLoss-Global Inverter loss: Ολικές απώλειες αντιστροφέα

ΠΙΝΑΚΑΣ 6

Detailed Inverter losses: Λεπτομερείς Απώλειες αντιστροφέα

	EOutInv	EffInvR	InvLoss	IL Oper	IL Pmin	IL Pmax	IL Vmin	IL Vmax
	kWh	%	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
January	8354	97.5	215.1	215.1	0.000	0.000	0.000	0.000
February	8165	97.5	212.9	212.9	0.000	0.000	0.000	0.000
March	10038	97.5	258.6	258.6	0.000	0.000	0.000	0.000
April	12752	97.6	318.4	318.4	0.000	0.000	0.000	0.000
May	14229	97.6	348.2	348.2	0.000	0.000	0.000	0.000
June	14601	97.6	366.5	366.5	0.000	0.000	0.000	0.000
July	15441	97.6	377.6	377.6	0.000	0.000	0.000	0.000
August	15593	97.7	371.6	371.6	0.000	0.000	0.000	0.000
September	13942	97.7	335.0	335.0	0.000	0.000	0.000	0.000
October	11040	97.6	270.8	270.8	0.000	0.000	0.000	0.000
November	7828	97.4	208.9	208.9	0.000	0.000	0.000	0.000
December	6588	97.2	186.4	186.4	0.000	0.000	0.000	0.000
Year	138571	97.6	3470.0	3470.0	0.000	0.000	0.000	0.000

EOutInv- Available Energy at Inverter Output: Διαθέσιμη ενέργεια στην έξοδο των μετατροπέων.

EffInvR-Inverter efficiency: Απόδοση αντιστροφέα

InvLoss-Global inverter loss: Ολικές απώλειες αντιστροφέα

IL Oper-Inverter Loss during operation (efficiency curve): Απώλειες του αντιστροφέα κατά την λειτουργία του (καμπύλη απόδοσης)

IL Pmin- Inverter Loss due to power threshold: Παρασιτικό φορτίο του αντιστροφέα (ιδιοκατανάλωση), για την μικρότερη ονομαστική τιμή ισχύος.

IL Pmax-Inverter Loss due to power overcharging: Απώλειες του αντιστροφέα λόγω υπερφόρτωσης, για την μεγαλύτερη ονομαστική τιμή ισχύος.

IL Vmin-Inverter Loss due to low voltage MPP window: Απώλειες του αντιστροφέα λόγω της χαμηλής τάσης MPP

IL Vmax-Inverter Loss due to upper voltage MPP window: Απώλειες του αντιστροφέα λόγω της υψηλής τάσης MPP

ΠΙΝΑΚΑΣ 7

Energy use and User's needs: Ενεργειακή κατανάλωση και οι ανάγκες του χρήστη

	E_Grid
	kWh
January	8354
February	8165
March	10038
April	12752
May	14229
June	14601
July	15441
August	15593
September	13942
October	11040
November	7828
December	6588
Year	138571

E_Grid- Energy injected into grid: Ενέργεια που διαχέεται στο δίκτυο

ΠΙΝΑΚΑΣ 8

Normalized Performance Coefficients: Ομαλοποιημένοι Συντελεστές Απόδοσης

	Yr	Lc	Ya	Ls	Yf	Lcr	Lsr	PR
	kWh/m ² .day		kWh/kWp/day		kWh/kWp/day			
January	3.20	0.440	2.76	0.069	2.69	0.137	0.022	0.841
February	3.46	0.463	2.99	0.076	2.92	0.134	0.022	0.844
March	3.85	0.532	3.32	0.083	3.24	0.138	0.022	0.840
April	5.16	0.801	4.36	0.106	4.25	0.155	0.021	0.824
May	5.68	0.973	4.70	0.112	4.59	0.171	0.020	0.809
June	6.20	1.211	4.99	0.122	4.87	0.195	0.020	0.785
July	6.47	1.371	5.10	0.122	4.98	0.212	0.019	0.769
August	6.59	1.438	5.15	0.120	5.03	0.218	0.018	0.764
September	5.99	1.227	4.76	0.112	4.65	0.205	0.019	0.776
October	4.40	0.756	3.65	0.087	3.56	0.172	0.020	0.809
November	3.18	0.496	2.68	0.070	2.61	0.156	0.022	0.822
December	2.54	0.358	2.19	0.060	2.13	0.141	0.024	0.835
Year	4.73	0.841	3.89	0.095	3.80	0.178	0.020	0.802

Y_r - Reference Incident Energy in collector plane = G_{Inc} : Αναφορά προσπίπτουσας ενέργειας στο επίπεδο συλλέκτη.

L_c - Normalized Array Losses = $Y_r - Y_a$: Ομαλοποιημένες απώλειες συστοιχίας

Y_a - Normalized Array Production = E_{Array} : Ομαλοποιημένη παραγωγή συστοιχίας

L_s - Normalized System Losses = $Y_a - Y_f$: Ομαλοποιημένες απώλειες συστήματος

Y_f - Normalized System Production = E_{OutIn} : Ομαλοποιημένη παραγωγή συστήματος

L_{cr} - Array Loss / Incident Energy Ratio = L_c / Y_r : Απώλειες συστοιχίας/Ενεργειακός δείκτης

L_{sr} - System Loss / Incident Energy Ratio= L_s / Y_r : Απώλειες συστήματος/Ενεργειακός δείκτης

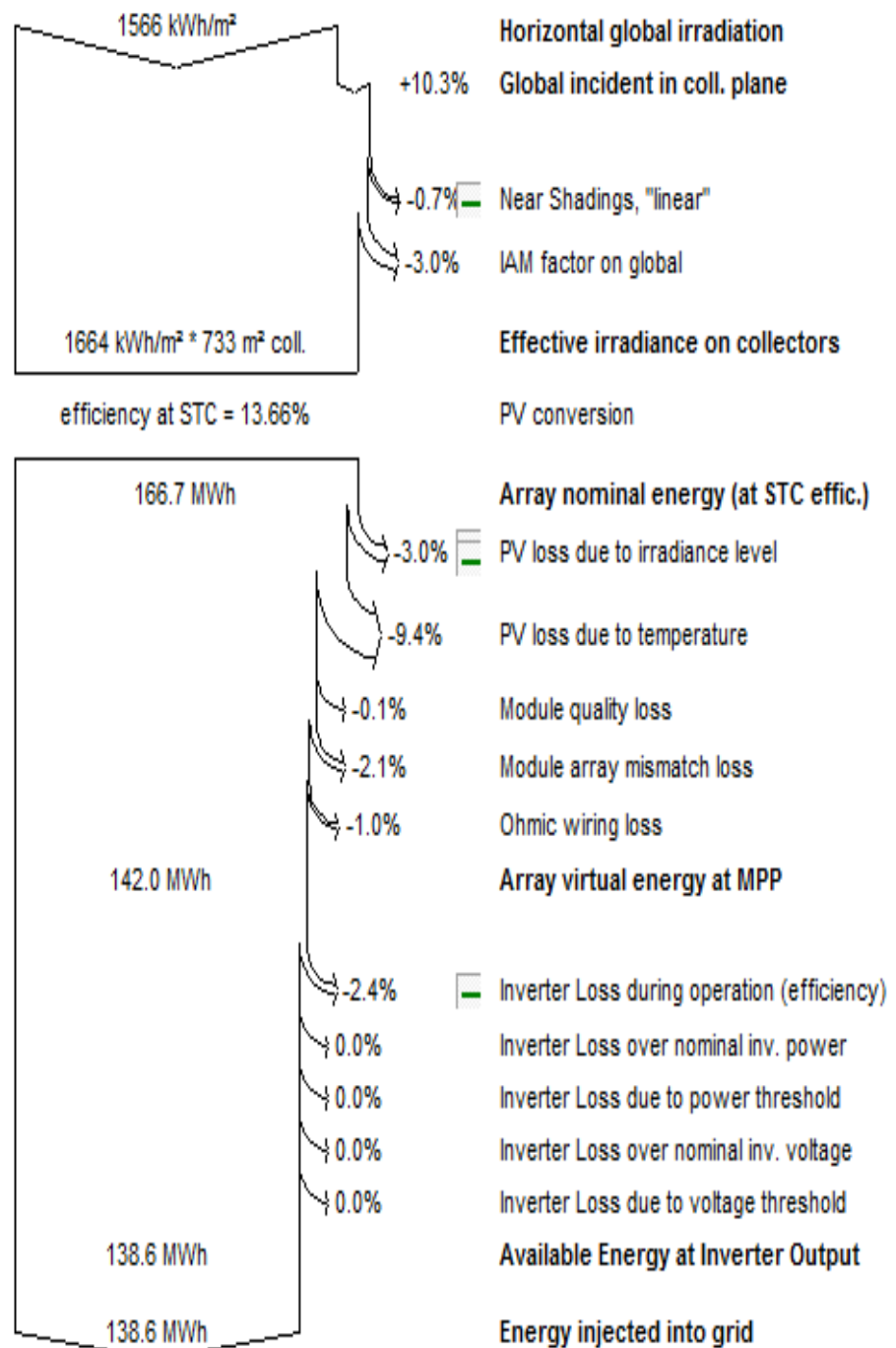
PR- Performance Ratio= Y_f / Y_r : Βαθμός Απόδοσης

ΓΡΑΦΙΚΕΣ

ΓΡΑΦΙΚΗ 1

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΓΙΑ "ΝΕΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΠΑΡΑΛΛΑΓΗΣ"-ΕΤΟΣ

Loss diagram for "New simulation variant" - year



Horizontal global irradiation: Πυκνότητα της ολικής προσπίπτουσας ακτινοβολίας

Global incident in coll.plane: Ολική προσπίπτουσα ακτινοβολία στο επίπεδο του συλλέκτη

Near Shadings, "linear": Κοντά στα σκίαστρα, "γραμμική"

IAM factor on global: IAM παράγοντας παγκοσμίως

Effective irradiance on collectors: Αξιοποιήσιμη ακτινοβολία από τους συλλέκτες

PV conversion: Φωτοβολταϊκός Μετατροπέας

Array nominal energy(at STC effic.):Ονομαστική ενέργεια συστοιχίας(σε απόδοση STC)

PV loss due to irradiance level : Απώλειες λόγω διαφορετικού επιπέδου της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας.

PV loss due to array temperature: Απώλειες φωτοβολταϊκών λόγω της θερμοκρασίας στην συστοιχία

Module quality loss: Απώλειες ποιότητας πλαισίου

Module array mismatch loss: Απώλειες ανομοιότητας του πλαισίου στην συστοιχία

Ohmic wiring loss: Ωμικές απώλειες καλωδίωσης

Array virtual energy at MPP: Εικονική ενέργεια συστοιχίας στο MPP

Inverter Loss during operation (efficiency): Απώλειες αντιστροφεία κατά την λειτουργία του(απόδοση)

Inverter Loss over nominal inv. power: Απώλειες αντιστροφεία λόγω τιμής ισχύς μεγαλύτερης της ονομαστικής

Inverter Loss due to power threshold : Παρασιτικό φορτίο του αντιστροφεία (ιδιοκατανάλωση)

Inverter Loss over nominal inv. voltage: Απώλειες αντιστροφεία λόγω τιμής τάσης μεγαλύτερης της ονομαστικής

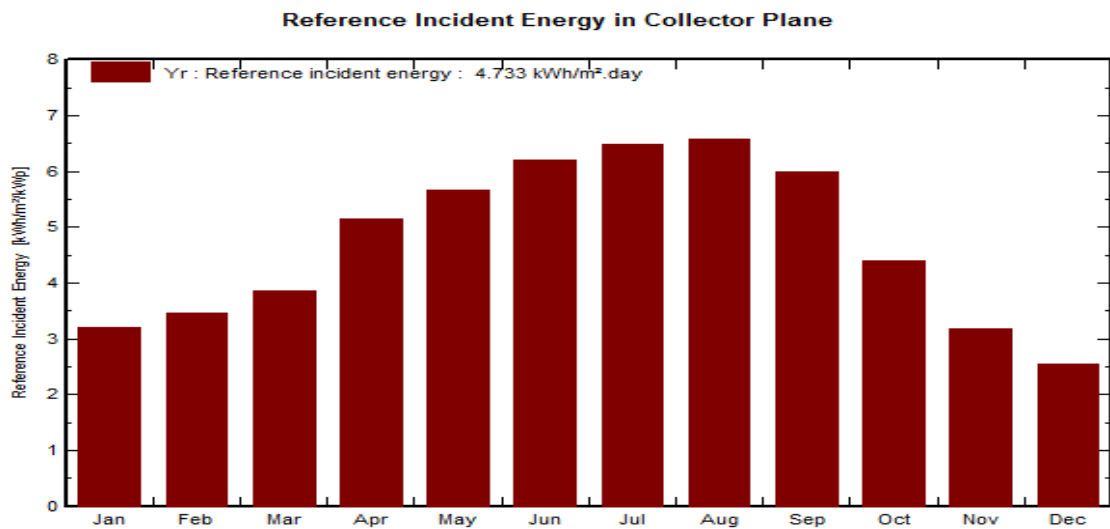
Inverter Loss due to voltage threshold : Απώλειες αντιστροφεία λόγω της τάσης κατωφλίου

Available Energy at Inverter Output: Αξιοποιήσιμη ενέργεια στην έξοδο του αντιστροφεία

Energy injected into grid: Ενέργεια που διαχέεται στο δίκτυο

ΓΡΑΦΙΚΗ 2

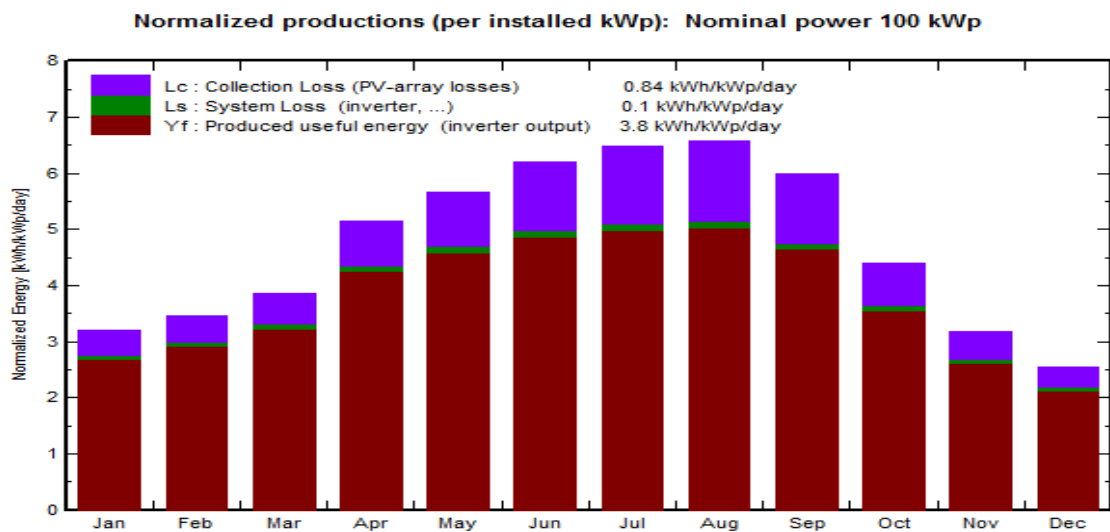
Αναφορά προσπίπτουσας ενέργειας στο επίπεδο του συλλέκτη



Reference Incident Energy: Αναφορά Προσπίπτουσας Ενέργειας

ΓΡΑΦΙΚΗ 3

Ομαλοποιημένη παραγωγή(ανά εγκατεστημένη kWp): Ονομαστική ισχύς 100kWp



Normalized Energy: Ομαλοποιημένη Ενέργεια

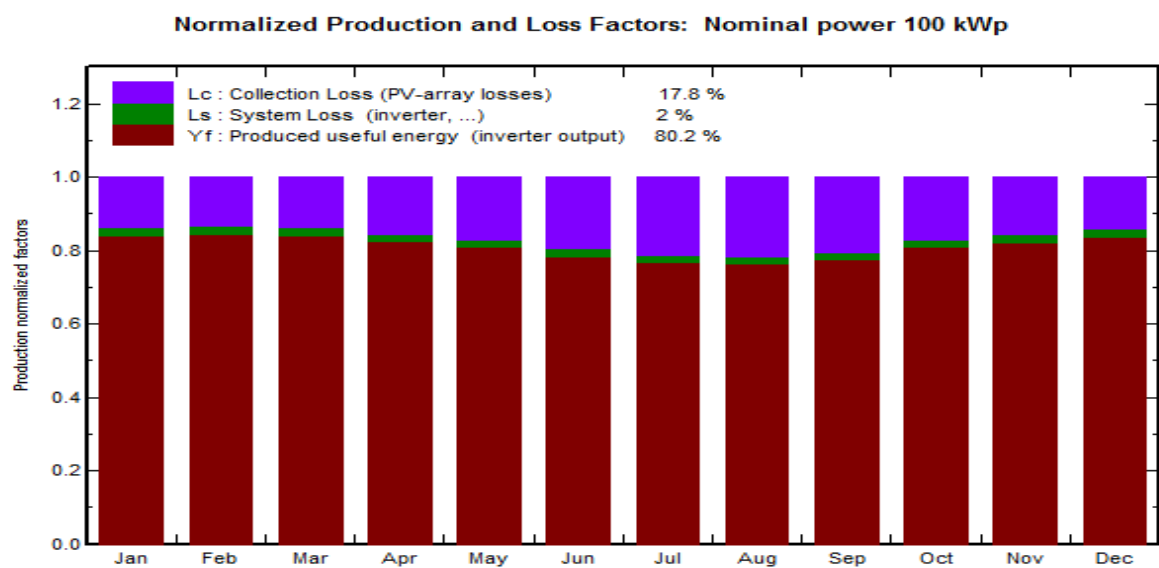
Collection Loss: Απώλειες Συλλεκτών

System Loss: Απώλειες Συστήματος

Produced useful energy: Αξιοποιήσιμη παραγόμενη ενέργεια

ΓΡΑΦΙΚΗ 4

Ομαλοποιημένη Παραγωγή και Παράγοντες Απωλειών: Ονομαστική Ισχύς 100κWp



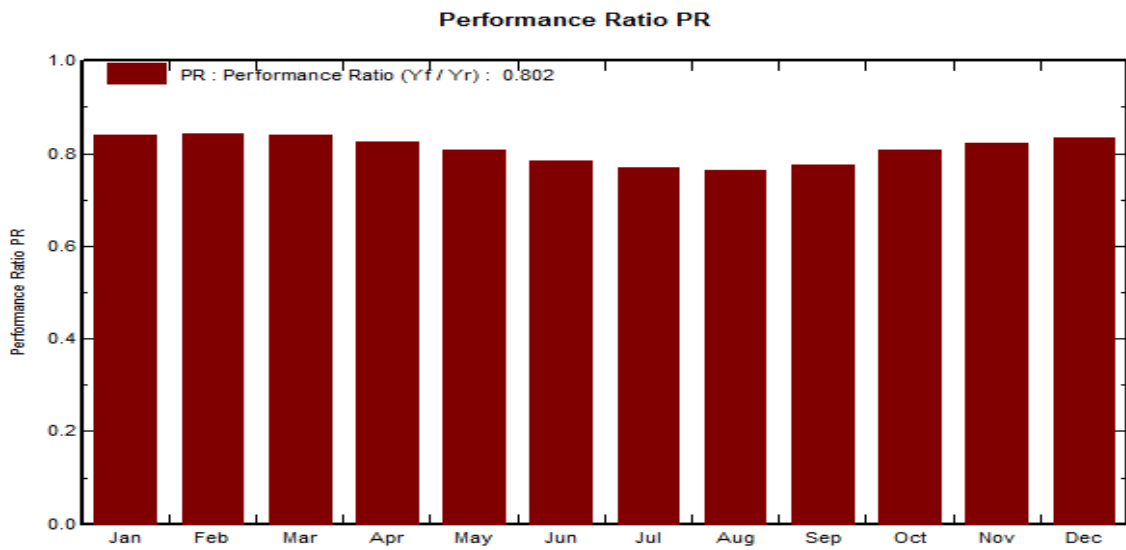
Collector Loss: Απώλειες Συλλεκτών

System Loss: Απώλειες Συστήματος

Produced useful energy: Αξιοποιήσιμη παραγόμενη ενέργεια

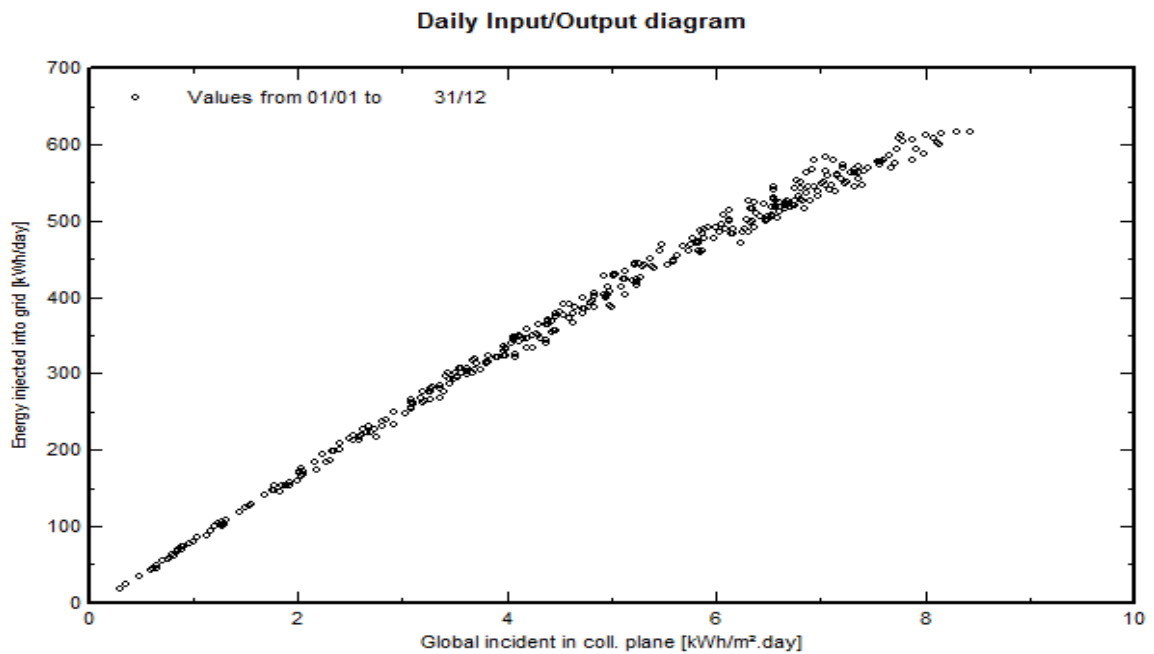
ΓΡΑΦΙΚΗ 5

Συντελεστής Απόδοσης



ΓΡΑΦΙΚΗ 6

Ημερήσιο Διάγραμμα Εισόδου/Εξόδου

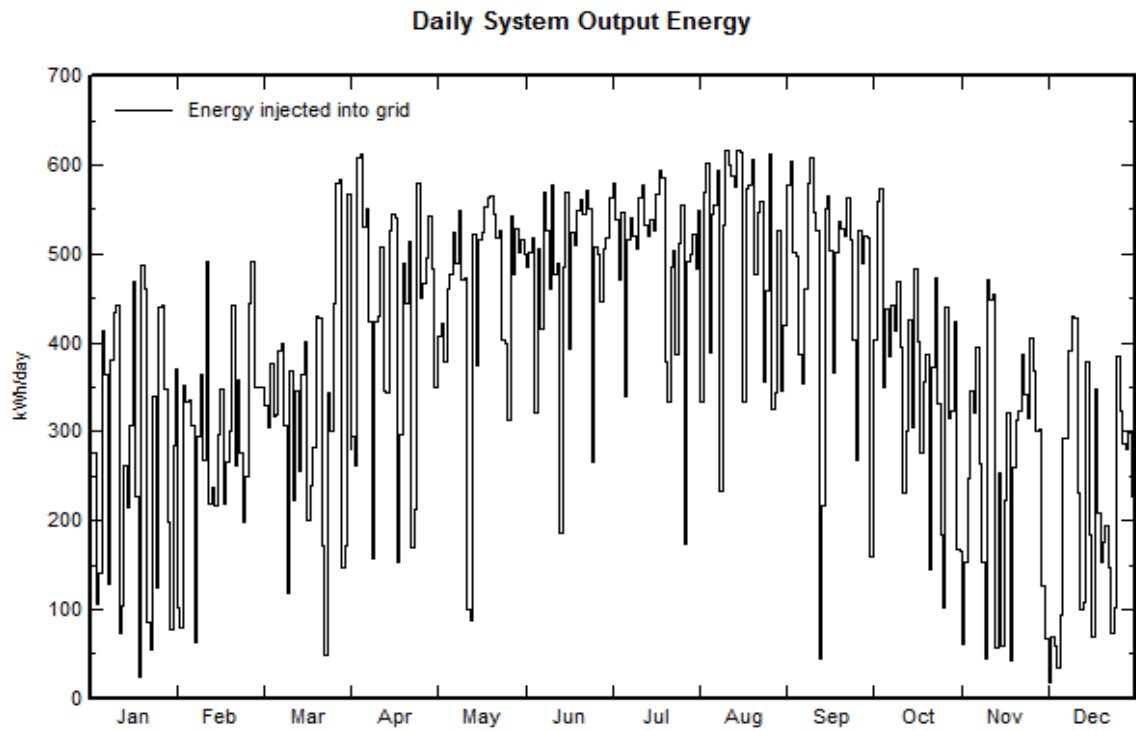


Global incident in collector plane: Ολική προσπίπτουσα ακτινοβολία στο επίπεδο του συλλέκτη

Energy injected into grid: Ενέργεια που διαχέεται στο δίκτυο

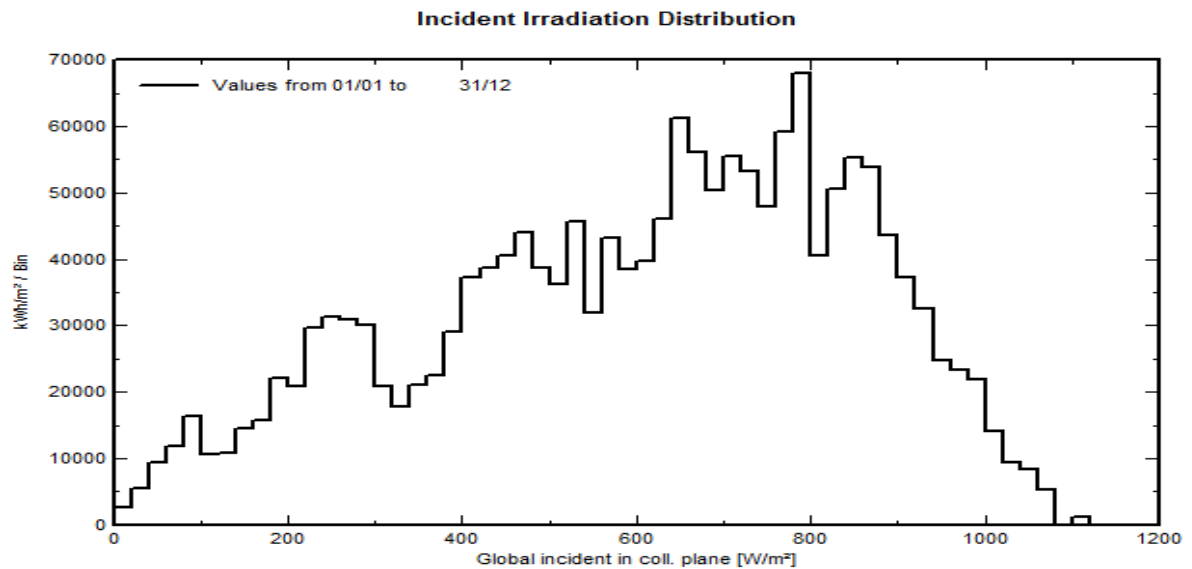
ΓΡΑΦΙΚΗ 7

Ημερήσια Ενέργεια στην Έξοδο του Συστήματος



ΓΡΑΦΙΚΗ 8

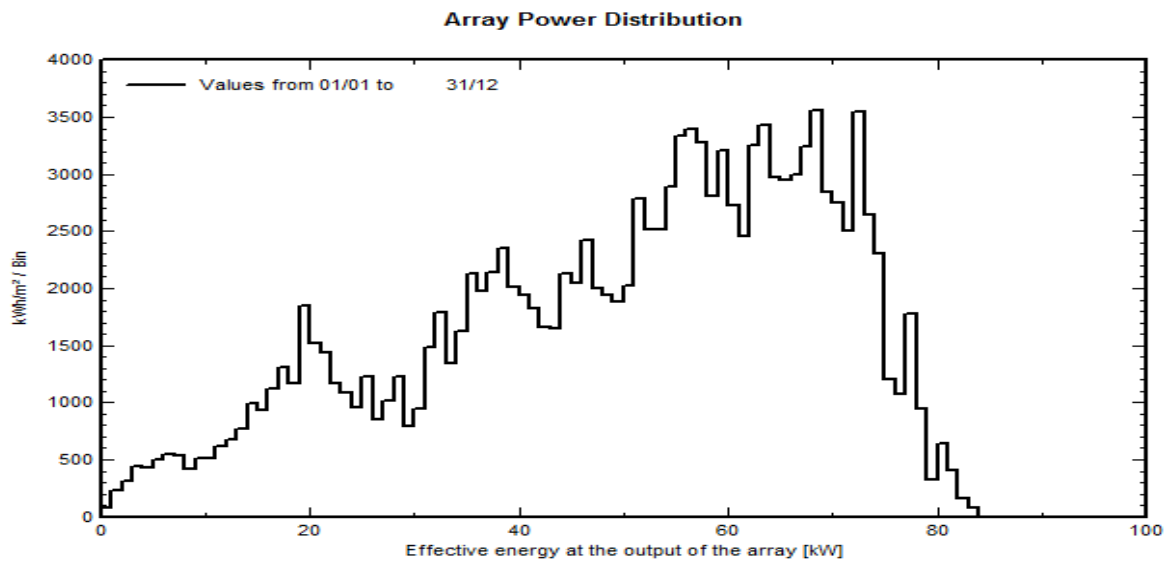
Κατανομή προσπίπτουσας ακτινοβολίας



Global incident in collector plane: ολική προσπίπτουσα ακτινοβολία στο επίπεδο του συλλέκτη

ΓΡΑΦΙΚΗ 9

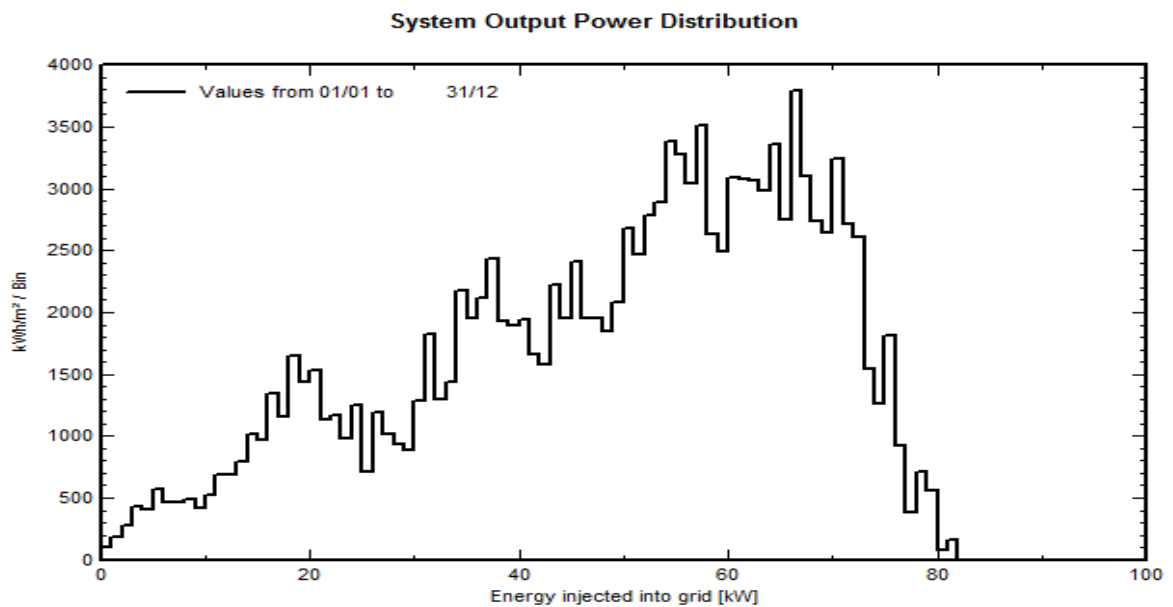
Κατανομή Ισχύος Συστοιχίας



Effective energy at the output of the array: αξιοποιήσιμη ενέργεια στην έξοδο της συστοιχίας

ΓΡΑΦΙΚΗ 10

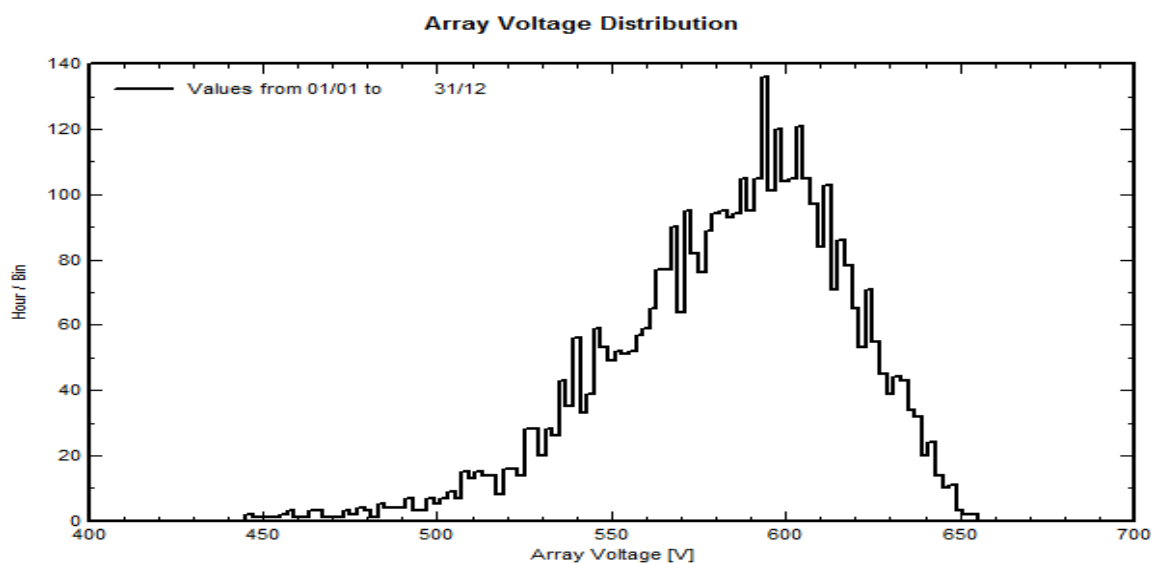
Κατανομή Ισχύος στην Έξοδο του Συστήματος



Energy injected into grid: Ενέργεια που διαχέεται στο δίκτυο

ΓΡΑΦΙΚΗ 11

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΑΣΗΣ ΣΥΣΤΟΙΧΙΑΣ



Array Voltage: τάση συστοιχίας

3.2) ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΒΑΣΕΩΝ

Ένας βασικός παράγοντας που επηρεάζει την παραγωγή ενέργειας από τον Φ/Β σταθμό είναι τα φαινόμενα σκίασης. Έτσι λοιπόν θα πρέπει να τοποθετηθούν οι βάσεις σε τέτοια απόσταση η μια από την άλλη, ώστε να αποφεύγονται τα μεταξύ τους φαινόμενα σκίασης. Θα πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι θεωρητικά κατά τη δύση του ηλίου η σκιά ενός αντικειμένου εκτείνεται, εάν ο ήλιος δύνει οριζόντια στη θάλασσα, στο άπειρο. Κάθε σταθερή βάση έχει τη δυνατότητα σύνδεσης έως 20 τεμάχια Φ/Β πλαισίων διάστασης όπως τα επιλεχθέντα. Έτσι θα χρησιμοποιηθούν 25 τεμάχια σταθερών βάσεων διαστάσεων 2.05m x 15m, οι οποίες θα τοποθετηθούν σε πέντε σειρές. Η κάθε μία σειρά θα αποτελείται από 5 σταθερές βάσεις (χωρίς αποστάσεις μεταξύ τους) συνολικού μήκους 75m. Σε κάθε σειρά τοποθετούμε δύο inverter, ένα ανά πενήντα πάνελ, όπως φαίνεται από το χωροταξικό μας σχέδιο.

Οι σταθερές βάσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων **ST A1** αυξάνουν την απόδοση της επένδυσης συγκριτικά με άλλες βάσεις καθώς ρυθμίζεται η γωνία κλίσης στις 10 - 20 - 30 - 40 μοίρες. Η ρύθμιση μπορεί να γίνεται είτε χειροκίνητα είτε από ειδικό μηχανισμό ρύθμισης. Η ρύθμιση στη βάση που χρησιμοποιούμε βάση υπολογισμών βρίσκεται στις 29°. Είναι κατασκευασμένες από γαλβανισμένο εν θερμώ χάλυβα ώστε να αντέχουν στις ακραίες καιρικές συνθήκες που πιθανόν θα συναντήσουν στο χρόνο ζωής της εγκατάστασης. Η στήριξή τους γίνεται με πασσαλόμπιξη, βάθους 1.5m και η τοποθέτηση των πασσάλων γίνεται κάθε 3m. Θα τοποθετηθούν 2 σειρές φωτοβολταϊκών πλαισίων στις ειδικού τύπου γαλβανιζέ τεγίδες στήριξης που συνοδεύουν τις βάσεις. Υπάρχει δυνατότητα αντί για γαλβανιζέ τεγίδες στήριξης φ/β πλαισίων να τοποθετηθούν και με προφίλ αλουμινίου.

3.3)ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΟΔΕΥΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΣΕΩΝ-ΦΡΕΑΤΙΑ

(ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ)

Στην παράγραφο αυτή θα αναφερθούμε στην όδευση των καλωδιώσεων κύριων και βοηθητικών. Βασικό κριτήριο για τον σχεδιασμό αυτό είναι οι μικρότερες κατά το δυνατό αποστάσεις. Η όδευση των καλωδίων θα γίνει εντός σωλήνων προστασίας καλωδίων διπλού τοιχώματος από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE) οι οποίοι χρησιμοποιούνται σε υπόγειες ηλεκτρικές και τηλεπικοινωνιακές εγκαταστάσεις. Η όδευση των καλωδίων ισχυρών ρευμάτων πρέπει να γίνει σε ξεχωριστό σωλήνα από τα καλώδια ασθενών ρευμάτων.

Ο σωλήνας δομημένου διπλού τοιχώματος αποτελείται από δύο συνεξωθημένα (co-extruded) τοιχώματα, κατασκευασμένα από υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο με UV προστασία για υπόγεια ηλεκτρολογικά και τηλεφωνικά καλώδια. Δομημένα εξωτερικά για μεγαλύτερη αντοχή στην κρούση, μικρότερο βάρος και μεγαλύτερη ευκαμψία και λεία εσωτερικά για να διευκολύνουν τη διέλευση των καλωδίων. Είναι κατασκευασμένος από δύο δομημένα τοιχώματα: το εξωτερικό τοίχωμα είναι ελικοειδές (spiral)για να διαθέτει ελαστικότητα και για να εξασφαλίσει μεγαλύτερη αντοχή στη παραμόρφωση. Το εσωτερικό τοίχωμα είναι λείο ώστε να διευκολύνει την εισαγωγή των καλωδίων. Τα δύο τοιχώματα λόγω της παραγωγικής διαδικασίας είναι αδύνατον να διαχωριστούν. Ο σωλήνας πρέπει να διαθέτει εξάρτημα σύνδεσης (μούφα).

Η όδευση των καλωδίων από τα φρεάτια θα γίνεται σε σωλήνες σπирάλ. Όλες οι καταλήξεις των σπирάλ και οι συνδέσεις των καλωδίων θα γίνουν σε προστατευτικές ταινίες και κολλάρα ώστε να διατηρούν τη συνοχή τους και να αποφεύγονται οι φθορές από εξωγενείς παράγοντες

Όλα τα φρεάτια θα είναι από πολυπροπυλένιο, πολύ ανθεκτικό στα χτυπήματα και την θερμοκρασία. Τα φρεάτια θα διαθέτουν αναμονές για την ένωση με σωλήνες και το άνω τμήμα θα φέρει πλαίσιο για την τοποθέτηση ερμητικού καλύμματος. Οι διαστάσεις τους θα είναι κατάλληλες για την επίσκεψη των καλωδίων. Φρεάτια θα τοποθετούνται ανά 10 μέτρα μήκους οδεύσεων, όπου υπάρχει αλλαγή διεύθυνσης καλωδίων καθώς και σε περιπτώσεις διακλαδώσεων.

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ:

- Ο σωλήνας δομημένου διπλού τοιχώματος παράγεται σύμφωνα με CEI EN 50086-1(CEI 23-39),CEI EN 50086-2-4(CEI 23-46).
- Αντοχή θερμοκρασίας: -25ο C/ +60ο C
- Ελάχιστη ακτίνα καμπυλότητας: 8 φορές την εξωτερική διάμετρο.
- Αντοχή παραμόρφωσης: > 450 N με παραμόρφωση της εσωτερικής διαμέτρου ίση με 5% (σύμφωνη με την διάταξη EN 50086-2-4 CEI. 23-46).
- Μέγιστη αντοχή ελαστικότητας οδηγού καλωδίου: > 650 N
- Εξαρτήματα: Κάθε κουλούρα περιέχει και οδηγό (ατσαλίνα) για εύκολο τράβηγμα του καλωδίου, εξάρτημα σύνδεση(μούφα), καθώς και προαιρετικά ελαστικό δακτύλιο για αεροστεγές σφράγισμα
- Δηλεκτρική αντοχή: > 800 kv/cm.
- Ηλεκτρική αντοχή απομόνωσης: >100 MΩ.
- Σύνθεση: Πολυαιθυλένιο: 97%, Χρωστικές: 2%, Πρόσμικτα (UVπροστασία):1%

3.4 ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ

Από την κατασκευή του κάθε πάνελ έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά τάσης και έντασης. Τα χαρακτηριστικά αυτά προκύπτουν από έλεγχο ένα προς ένα στο εργοστάσιο κατασκευής. Τα αποτελέσματα του ελέγχου (flashingreport) συνοδεύουν τα πάνελ και παραδίδονται στον εγκαταστάτη από τον προμηθευτή. Είναι προφανές ότι σε ένα string, το πάνελ που έχει σαν χαρακτηριστικό το μικρότερη σε ένταση ρεύμα θα καθορίσει και την ένταση του ρεύματος σε ολόκληρο το string.

Έτσι λοιπόν από το flashingreport, κατατάσσουμε τα πάνελ κατ' αύξουσα σειρά ως προς την ένταση του ρεύματος και στη συνέχεια τα χωρίζουμε σε ομάδες των 50 πάνελς όπως προέκυψε στην μελέτη εφαρμογής για τον συγκεκριμένο τύπο αντιστροφέα.

Στο συγκεκριμένο έργο οι αντιστροφείς που χρησιμοποιούμε έχουν την δυνατότητα σύνδεσης πλαισίων με τάση εισόδου $V_{mp_{min-max}}=200-800$ V και ονομαστική τιμή ρεύματος εντάσεως $I_{nom AC}=13$ A. Σε ότι αφορά τα πλαίσια, τα χαρακτηριστικά τους είναι:

- Ονομαστική ισχύς $P_{mp}=200.2$ W.
- Τάση ανοιχτού κυκλώματος $V_{oc}=33$ V.
- Ένταση ρεύματος βραχυκύκλωσης $I_{sc} = 8,3$ A.
- Τάση λειτουργίας $V_{mp}=26$ V.
- Ένταση ρεύματος λειτουργίας $I_{mp}=7,7$ A.

Τα Φ/Β πλαίσια θα πρέπει να είναι όλα της ίδιας ονομαστικής ισχύος, θα πρέπει να έχουν όλα ακριβώς τις ίδιες γεωμετρικές διαστάσεις.

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

- Mechanical stability IEC 61215: Design qualification and type Approval for crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules [1993-04].
- Electrical TUV Spec TZE/2.572.09 Safety Class II Test on Photovoltaic (PV) Modules” ή αντίστοιχο.
- Τα Φ/Β Πλαίσια θα πρέπει ακόμη να διαθέτουν «Declaration of conformity CE» του κατασκευαστή σύμφωνα με την 2004/108/EC (ή 93/97/EC ή 89/336/EC) «Electromagnetic compatibility directive» και την 2006/95/EC (ή 93/68/EC ή 73/23/EC) «Low voltage directive».
- Η ύπαρξη από τον κατασκευαστή διόδων παράκαμψης (by-pass diodes) είναι απαραίτητη. Κατά την παράδοσή τους, ή πριν από αυτή, τα Φ/Β Πλαίσια θα πρέπει συνοδεύονται από Flash Reports όπου θα αναγράφεται η «Flashed Ισχύς» τους όπως θα μετράται για το καθένα χωριστά (σε συνδυασμό με το μοναδικό αριθμό κατασκευαστή – bar code) πριν από την έξοδό τους από το εργοστάσιο κατασκευής τους.

Τέλος τα Φ/Β πλαίσια θα πρέπει να διαθέτουν κατ' ελάχιστο τις παρακάτω εγγυήσεις:

- 5ετής εγγύηση προϊόντος
- Εγγύηση ισχύος: 10 έτη χρήσης στο 90% της ονομαστικής ισχύος, 25 έτη χρήσης στο 80% της ονομαστικής ισχύος

3.5)ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΧΩΡΟΥ

3.5.1)Χωματουργικές εργασίες

Πριν από την έναρξη των εργασιών εγκατάστασης απαιτείται η διαμόρφωση του χώρου. Έτσι προχωρούμε με τη βοήθεια χωματουργικού μηχανήματος, αρχικά στην εκχέρσωση του χώρου εγκατάστασης όπως επίσης και στην εξομάλυνση του εδάφους ώστε να είναι εφικτή η κατασκευή όπως και η λειτουργία των βάσεων. Στη συνέχεια προχωρούμε στην

τοποθέτηση των βάσεων, την κατασκευή της περίφραξης, την τοποθέτηση του οικίσκου, την κατασκευή του τοιχίου της μετρητικής διάταξης της ΔΕΗ, την κατασκευή της βάσης του αλεξικέραυνου και την κατασκευή των ιστών στήριξης των καμερών, φωτισμού και αισθητήρων συναγερμού.

3.5.2)Κατασκευή περίφραξης

Η περίφραξη θα είναι από συρματόπλεγμα και θα έχει 1 πόρτα συρόμενη , συνολικού μήκους 5 μέτρων. Η περίφραξη έχει 2,5 μέτρα ύψος από το έδαφος. Αποτελείται από γαλβανισμένο συρματόπλεγμα 50 X 50, Νο 16, ύψους 2 μέτρων και μεταλλικούς ορθοστάτες οι οποίοι είναι πάσσαλοι από σωλήνες διαμέτρου Φ60mm πάχους 1,5mm, ύψους 2,5 μέτρα με κεκλιμένη επέκταση 50 cm. Οι ορθοστάτες εκτείνονται ανά 2,5 μέτρα και στις γωνίες της περίφραξης θα υπάρχουν αντηρίδες. Στο επάνω μέρος της περίφραξης θα τοποθετηθούν τρεις σειρές αγκαθωτό σύρμα γαλβανιζέ. Οι μεταλλικοί πάσσαλοι (ορθοστάτες) θα είναι γαλβανισμένοι, θα τοποθετηθούν σε βάθος 50cm και θα τοποθετούνται σε απόσταση 2,5 μέτρων μεταξύ τους σε υποδοχές εντός του εδάφους που θα πληρώνονται με σκυρόδεμα.

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΥΛΙΚΩΝ ΠΕΡΙΦΡΑΞΗΣ

- Συρματόπλεγμα ύψους 2m, άνοιγμα οπής 50X50 mm²,πάχος σύρματος 2,7 mm (N16)
- Πάσσαλος από σωλήνα γαλβανιζέ διαμέτρου Φ60 mmB.T. (εν θερμώ-χωρίς ραφή) συνολικό ύψος 3,00μ με κάμψη 0,50μ,
- Αντηρίδες από παρόμοιο σωλήνα ύψους 2,50μ.
- Τάπα PVC στις οπές των σωλήνων.
- Σύνδεσμοι γαλβανιζέ για τις αντηρίδες
- Σύρμα αγκαθωτό
- Σύρμα ούγιες N. 16
- Σύρμα για δέσιμο N.11
- Σκυρόδεμα C16/20

3.5. 3) Κατασκευή βάσης οικίσκου



Η έδραση του οικίσκου θα γίνει με βάση 3,5X3X0,3 m ενταφιασμένη κατά 10 cm και δύο φρεάτια εκατέρωθεν της βάσης. Ο βοηθητικός οικίσκος(isobox) καλύπτει τις ανάγκες εγκατάστασης των συστημάτων ασφαλείας και παρακολούθησης ενός πάρκου 100 kW προσφέροντας ασφάλεια, εργονομία και στεγανότητα. Διαθέτει άνετη πόρτα από προφίλ αλουμινίου διαστάσεων 0,9x2m για την είσοδο στο χώρο, παράθυρο και περσίδες για τον καλύτερο αερισμό του περιβάλλοντος. Για μεγαλύτερη στεγανότητα και προστασία από τις εξωτερικές συνθήκες ο οικίσκος PVH καλύπτεται τόσο περιμετρικά όσο και στην οροφή με θερμομονωτικό πάνελ υψηλής αντοχής. Επίσης ο οικίσκος διαθέτει εσωτερική ηλεκτρολογική εγκατάσταση που αποτελείται από φώτα διακόπτες και πρίζες καθώς και πρόβλεψη για κλιματιστικό. Για την απομάκρυνση των υδάτων από την οροφή έχει τοποθετηθεί υδρορροή. Οι διαστάσεις του τυποποιημένου οικίσκου είναι: 3m*2.3m*2.2m

3.5.4)Κατασκευή βάσης αλεξικέρανου

Σύμφωνα με τις οδηγίες του προμηθευτή του ιστού του αλεξικέρανου, γίνεται εκσκαφή τάφρου 1X1X0,9 m και κατασκευάζεται βάση διαστάσεων 1X1X1 m. Για την κατασκευή χρησιμοποιείται ο οπλισμός που προδιαγράφεται από τον κατασκευαστή του ιστού, κατασκευάζεται ο ξυλότυπος ώστε να εξέλχει από το έδαφος 10 cm και τοποθετείται η αγκύρωση και το σκυρόδεμα.

3.5.5) Κατασκευή τοιχίου τοποθέτησης μετρητικής διάταξης

Η κατασκευή γίνεται σύμφωνα με το έντυπο επισκόπησης της ΔΕΗ. Κατασκευάζεται από οπλισμένο σκυρόδεμα και δίπλα του κατασκευάζεται φρεάτιο για την όδευση των καλωδίων.

3.5.6) Κατασκευή ιστών καμερών – φωτισμού

Στα σημεία τοποθέτησης των ιστών, τοποθετούνται ιστοί από γαλβανιζέ 2'' και μήκους 4,5 m. Πακτώνονται στο έδαφος σε βάθος 90cm και παράλληλα για την σταθεροποίηση τους, γίνεται και ενίσχυση με σκυρόδεμα. Για την όδευση των καλωδίων εμπρός από κάθε ιστό τοποθετείται φρεάτιο.

3.5.7) Τοποθέτηση Καλωδιώσεων

Για την τοποθέτηση των καλωδιώσεων ανοίγονται τάφροι βάθους 60cm στα σημεία όδευσης των καλωδιώσεων που καταλήγουν στα φρεάτια που έχουν κατασκευαστεί. Εντός των τάφρων τοποθετούνται σωλήνες (ένας για τα ισχυρά και ένας για τα ασθενή ρεύματα) και αφού περιβληθούν με μια λεπτή στρώση ύψους 10 εκ. από ψιλή άμμο επιχώνονται ξανά με ειδικό πλαστικό πλέγμα. Εντός τάφρων (με επίχωση μόνο) τοποθετούνται και οι αγωγοί γειώσεων όπως και οι αγωγοί του πλέγματος της αντικεραυνικής προστασίας. Στη συνέχεια τοποθετούνται οι καλωδιώσεις σύμφωνα με την μελέτη εφαρμογής.

3.5.8) Τοποθέτηση Φ/Β Πλαισίων και Αντιστροφών

Για την τοποθέτηση των Φ/Β πλαισίων, θα πρέπει πρώτα να γίνει ομαδοποίηση. Αφού τοποθετήσουμε τα πάνελς, τοποθετούμε και τους αντιστροφείς. Για την σύνδεση με τον αντιστροφέα θα πρέπει να παρεμβάλουμε:

- Ασφάλεια σε κάθε string.
- Διακόπτη συνεχούς ρεύματος.
- Προστασία έναντι κρουστικών υπερτάσεων.

Το καλώδιο που χρησιμοποιείται για τη σύνδεση του αντιστροφέα με το γενικό πίνακα του isobox είναι τύπου (NYY)J1VV-U 5x16mm².

Το μέγεθος της ασφάλειας από την ένταση του ρεύματος βραχυκυκλώσεως I_{sc} των πάνελ (δίνεται από τον κατασκευαστή των πάνελ) και είναι ίση με $1,5 * I_{sc}$.

Οι συνδέσεις των καλωδίων έγιναν με στεγανούς ταχυσυνδέσμους που αφού τοποθετήθηκαν στα καλώδια στη συνέχεια συνδέθηκαν μεταξύ τους. Οι συνδέσεις αυτές απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή δεδομένου του ότι στα άκρα του κάθε string από την στιγμή που θα συνδεθούν τα πάνελ μεταξύ τους έχουμε τάση της τάξης των 588V. Πριν την σύνδεση των πάνελ μεταξύ τους ελέγχουμε την λειτουργία του μετρώντας την τάση στα άκρα του κάθε πάνελ.

3.5.9) Τοποθέτηση Πινάκων

Με την ολοκλήρωση των εγκαταστάσεων τοποθετούμε και συνδέουμε τους πίνακες. Οι πίνακες κατασκευάζονται σύμφωνα με την νομοθεσία και περιέχουν όλες τις ασφαλιστικές διατάξεις που απαιτούνται

3.5.10) Κατασκευή Βοηθητικών Εγκαταστάσεων

3.5.10.1) Σύστημα τηλεπαρακολούθησης.

Στον οικίσκο τοποθετούνται η κεντρική μονάδα δεδομένων η οποία συνδέεται με τους αναστροφείς σε σειρά με καλώδιο 4Χ0.25 mm² των αναστροφέων και η μονάδα μετεωρολογικών δεδομένων η οποία συνδέεται με τα αισθητήρια και με την κεντρική μονάδα δεδομένων.

3.5.10.2) Σύστημα καμερών.

Για την πλήρη εποπτεία του χώρου τοποθετούνται και συνδέονται 8 κάμερες, τύπου Bullet κατάλληλες για εξωτερικές συνθήκες λειτουργίας και κυρίως για νυχτερινή λειτουργία (night vision camera), στους στύλους που έχουν κατασκευαστεί, οι οποίες συνδέονται με καταγραφικό DVR 8 καναλιών στο χώρο του οικίσκου.

Τεχνικά χαρακτηριστικά κάμερας

Day /night

Υψηλής ανάλυσης 600 γραμμών έγχρωμο / 700 B/W

Φακός 1/3"

Ανθεκτικό κέλυφος προστασίας τουλάχιστον IP 66

Σκίαστρο και αντίσταση θερμοαντική

Μηχανικό IR Cut - Filter

Ψηφιακή μείωση θορύβου

Τουλάχιστον 42 ενσωματωμένα IR leds

Δέσμη IR τουλάχιστον 60°

Απόσταση κάλυψης με IR led τουλάχιστον 30μ σε ιδανικές συνθήκες

Super Dynamic

Ψηφιακή σταθεροποίηση εικόνας

Επιλογή gain control

Ελάχιστος φωτισμός 0,15 LUX έγχρωμο / 0,0002 LUX B/W, 0 LUX με IR LENS

λειτουργία

Back light Compensation

Ανίχνευση Κίνησης

Σύνδεση 1Vp-p / 75Ω

Θερμοκρασία λειτουργίας -20C / + 50C

Τάση λειτουργίας 12VDC / 24V AC

Τεχνικά χαρακτηριστικά καταγραφικού DVR

Συμπίεση H.264

Θα έχει 4/8 ή 16 εισόδους και αντίστοιχες εξόδους loop through

Ταχύτητα εγγραφής 100FPs το 4αρι, 200 FPs το 8αρι, 400 FPs το 16αρι

Προγραμματισμός εγγραφής συνεχόμενα ή μέσω alarm, με χρονικό περιορισμό,

Ανίχνευση κίνησης

Δυνατότητα αναζήτησης εγγραφής με Ημερομηνία, Χρόνο , Γεγονός , smart search

5 Κωδικοί χρηστών

Δικτύωση 10/100Mb Ethernet Base-T, υποστήριξη DHCP, DDNS, PPoE, TCP/IP, E-mail Notification

Ενσωματωμένο DVD-RW, USB memory stick, External HDD

Ενσωματωμένο σκληρό δίσκο 500GB ή μεγαλύτερο

Λογισμικό ελέγχου – προγραμματισμού μέσω H/Y

Δυνατότητα ελέγχου μέσω πληκτρολογίου, remote control, mouse, client

3.5.10.3) Σύστημα συναγερμού.

Για την κάλυψη του χώρου τοποθετούνται περιμετρικά 10 αισθητήρες δέσμης υπερύθρων (BEAM). Στις πόρτες εισόδου και οικίσκου τοποθετούνται μαγνητικές επαφές, ενώ στο χώρο του οικίσκου τοποθετείται αισθητήρας κίνησης. Η σύνδεση γίνεται σε κεντρική μονάδα στο χώρο του οικίσκου. Η κεντρική μονάδα συνδέεται επίσης με πληκτρολόγιο και σειρήνα που τοποθετείται στον εξωτερικό χώρο του οικίσκου. Τέλος το σύστημα συμπληρώνει ένα GSMmodem για απομακρυσμένη ειδοποίηση αναγγελίας συναγερμού. Ο πίνακας συναγερμού θα τοποθετείται εντός του οικίσκου ελέγχου, όπως και οι λοιπές διατάξεις των συστημάτων συναγερμού, φωτισμού και CCTV. Εντός του οικίσκου τοποθετείται UPS 1KVA για την τροφοδότηση των συστημάτων ασφαλείας και παρακολούθησης του πάρκου σε περίπτωση διακοπής της παροχής του δικτύου.

3.5.10.4) Δίκτυο φωτισμού

Οκτώ προβολείς LED ισχύος 30 Watt έκαστος αναλαμβάνουν το φωτισμό του πάρκου. Η σύνδεση γίνεται στον εσωτερικό πίνακα μέσω αισθητήρα φωτός ώστε να ενεργοποιείται κατά την διάρκεια της νύχτας. Ο αυτοματισμός συμπληρώνεται με μεταγωγικό διακόπτη τριών θέσεων για δυνατότητα και χειροκίνητης λειτουργίας. Η αποστολή των δεδομένων και της εικόνας και η παρακολούθηση γίνεται μέσω διαδικτύου.

3.6) ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΣΕΩΝ

3.6.1) Καλωδιώσεις Φ/Β εγκατάστασης

Στη συνέχεια θα προχωρήσουμε στην διαστασιολόγηση των καλωδιώσεων λαμβάνοντας υπ' όψιν την εγκατεστημένη ισχύ και την συνολική πτώση τάσεως η οποία δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το 1.5%. Έτσι λοιπόν έχοντας σαν δεδομένα τα σημεία παραγωγής ενέργειας και του γενικού πίνακα έχουμε:

Τμήμα 1. Φωτοβολταϊκά πλαίσια
Τμήμα 2. Αντιστροφείς
Τμήμα 3. Γενικός Πίνακας, Εσωτερικός Πίνακας.

Βάσει των παραπάνω και υπολογίζοντας την πτώση τάσης επιλέγουμε από τους καταλόγους τυποποίησης των καλωδίων.

Τμήμα 1. Τύπος Καλωδίου OLFLEX SOLAR XLR 6mm².
Τμήμα 2. Τύπος Καλωδίου H07V-K(J1VV-R) 5x16mm².
Τμήμα 3. Τύπος Καλωδίου NYY 3x120+70+70mm².

ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΕΩΣ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΩΝ

Για τον υπολογισμό της πτώσης χρησιμοποιήσαμε τον τύπο:

$$\Delta U = \frac{2 * \rho * l * I_{\text{π}} * \text{συνφ}}{S * n}$$

Όπου:

ρ = ειδική αντίσταση αγωγού (εδώ για τον χαλκό 0,017)

l = μήκος αγωγού (m)

$I_{\text{π}}$ =πολική ένταση ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό της γραμμής

συνφ = συντελεστής ισχύος

S = διατομή αγωγού(mm²)

n = αριθμός αγωγών στην ίδια φάση

- Για τους αντιστροφείς 1 και 2 που απέχουν 30m αντίστοιχα από το isobox έχω πτώση τάσεως 1.99V<15.2V ΑΠΟΔΕΚΤΗ.
- Για τους αντιστροφείς 3 και 4 που απέχουν 44m αντίστοιχα από το isobox έχω πτώση τάσεως 2.92V<15.2V ΑΠΟΔΕΚΤΗ.
- Για τους αντιστροφείς 5 και 6 που απέχουν 58m αντίστοιχα από το isobox έχω πτώση τάσεως 3.85V<15.2V ΑΠΟΔΕΚΤΗ.
- Για τους αντιστροφείς 7 και 8 που απέχουν 72m αντίστοιχα από το isobox έχω πτώση τάσεως 4.77V<15.2V ΑΠΟΔΕΚΤΗ.
- Για τους αντιστροφείς 9 και 10 που απέχουν 86m αντίστοιχα από το isobox έχω πτώση τάσεως 5.70V<15.2V ΑΠΟΔΕΚΤΗ.

3.6. 2)Καλωδιώσεις περιμετρικού φωτισμού

Για τον περιμετρικό φωτισμό προβλέπεται η τοποθέτηση 8 προβολέων LED ισχύος 30 W. Για το σκοπό αυτό θα τοποθετηθούν από τον εσωτερικό πίνακα δύο γραμμές που θα οδεύσουν περιμετρικά με καλώδιο NYY J1VV-U 3X4mm².

3.6. 3)Καλωδιώσεις συστήματος καμερών

Για την πλήρη εποπτεία του χώρου προβλέπεται η τοποθέτηση 8 καμερών. Για την καλωδίωση τους θα χρησιμοποιηθεί για κάθε κάμερα ειδικό καλώδιο $6*0,22\text{mm}^2$ LiY(st)Y με ενσωματωμένους αγωγούς για την ηλεκτρική τροφοδοσία τους.

3.6. 4)Καλωδιώσεις συστήματος συναγερμού

Για το σύστημα συναγερμού προβλέπονται η τοποθέτηση 10 ανιχνευτών δέσμης υπερύθρων σε ιστούς εσωτερικά της περίφραξης, δύο μαγνητικών επαφών στην θύρα της περίφραξης και στη θύρα του οικίσκου, ενός ανιχνευτή κίνησης εντός του οικίσκου και μιας σειρήνας που θα τοποθετηθεί στο εξωτερικό μέρος του οικίσκου. Για το σκοπό αυτό προβλέπεται η περιμετρική τοποθέτηση εκατέρωθεν του οικίσκου από ειδικό καλώδιο $6*0,22\text{mm}^2$ LiY(st)Y.

3.6. 5)Καλωδιώσεις συστήματος τηλεπαρακολούθησης

Για το σύστημα τηλεπαρακολούθησης της λειτουργίας των αντιστροφών, ο κατασκευαστής προβλέπει την εν σειρά σύνδεση κεντρικής μονάδας ελέγχου που θα τοποθετηθεί εντός του οικίσκου με τους αντιστροφείς με ειδικό καλώδιο $6*0,22\text{mm}^2$ LiY(st)Y.

3.6. 6)Καλωδιώσεις μετεωρολογικού σταθμού

Για τον μετεωρολογικό έλεγχο του πάρκου προβλέπεται η τοποθέτηση και σύνδεση των ακόλουθων αισθητηρίων με την κεντρική μονάδα που θα τοποθετηθεί εντός του οικίσκου:

- Αισθητήριο θερμοκρασίας περιβάλλοντος, που θα τοποθετηθεί στον εξωτερικό χώρο του οικίσκου με καλωδίωση $3X1\text{mm}^2$.
- Αισθητήριο ταχύτητας ανέμου, που θα τοποθετηθεί στον εξωτερικό χώρο του οικίσκου με καλωδίωση $3X1\text{mm}^2$.
- Αισθητήριο θερμοκρασίας φωτοβολταϊκών πλαισίων, που θα τοποθετηθεί στο πίσω μέρος στο πλησιέστερο φωτοβολταϊκό πλαίσιο με καλωδίωση $2X1\text{mm}^2$.
- Αισθητήριο ηλιακής ακτινοβολίας, που θα τοποθετηθεί παράλληλα με το πλησιέστερο φωτοβολταϊκό πλαίσιο με καλωδίωση $2X1\text{mm}^2$.

3.7)ΓΕΙΩΣΗ

3.7.1)Στις συνήθειες κτιριακές και βιομηχανικές εγκαταστάσεις διακρίνει κανείς τρεις κατηγορίες γειώσεων:

i) Γείωση λειτουργίας.

Ονομάζεται η γείωση που γίνεται για λειτουργικούς λόγους(π.χ. γείωση του κόμβου του μετασχηματιστή). Αυτή διακρίνεται σε:

- Άμεση, εφόσον δεν περιλαμβάνει άλλη αντίσταση πλην της αντίστασης γείωσης.
- Έμμεση, εφόσον εκτός από την αντίσταση γείωσης περιλαμβάνει και ωμικές, επαγωγικές και χωρητικές αντιστάσεις.

ii) Γείωση προστασίας.

Ονομάζεται η αγωγή σύνδεση των μεταλλικών μερών μιας εγκατάστασης, που δεν ανήκουν στο κύκλωμα λειτουργίας, και εξασφαλίζει την προστασία των ανθρώπων που μπορεί να έρθουν σε επαφή με αυτά.

iii) Γείωση ασφαλείας ή αντικεραυνικής προστασίας.

Η γείωση ασφαλείας χρησιμεύει για την ασφάλεια των παρευρισκόμενων στο περιβάλλον που έχει κατασκευαστεί. Ενδεικτικά παραδείγματα του είδους αυτού είναι οι γειώσεις των αλεξικέραυνων, οι γειώσεις των αντιστατικών δαπέδων των χώρων επείγουσας ιατρικής και των χώρων με μηχανήματα προηγμένης τεχνολογίας.

3.7.2) Μέθοδοι γείωσης

Οι μέθοδοι γείωσης που χρησιμοποιούνται στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις είναι οι παρακάτω:

- Η ουδετέρωση, δηλαδή η αγωγή σύνδεση με τον ουδέτερο αγωγό ή άλλο γειωμένο αγωγό φάσης δικτύου.
- Η άμεση γείωση, με απευθείας αγωγή σύνδεση με το σύστημα γείωσης το οποίο μπορεί να είναι μια πλάκα γείωσης, ένα ηλεκτρόδιο, ένα τρίγωνο κλπ.
- Η γείωση μέσω διακόπτη διαφυγής, για την αυτόματη απομόνωση του προβληματικού μέρους της εγκατάστασης. Υπάρχουν δυο ειδών διακόπτες διαφυγής, τάσης (ΔΔΤ) και έντασης (ΔΔΕ).

3.7.3) Κατασκευή γείωσης προστασίας

Σκοπός της γείωσης προστασίας είναι να μηδενιστεί η πιθανότητα να τεθεί υπό κατάσταση ηλεκτρικού δυναμικού οποιαδήποτε αγωγή επιφάνεια με την οποία δύναται να έρθει σε επαφή ο άνθρωπος.

Δημιουργώντας μια κατασκευή στην οποία όλες οι εκτεθειμένες στην ατμόσφαιρα επιφάνειες είναι συνδεδεμένες έμμεσα ή άμεσα με το σύστημα γείωσης απομακρύνουμε τον κίνδυνο ατυχήματος.

Για τον λόγο αυτό όλες οι εκτεθειμένες στην ατμόσφαιρα κατασκευές οι οποίες είναι αγωγιμες θα συνδεθούν με απόληξη γείωσης. Οι μεταλλικές επιφάνειες της ίδιας σειράς θα είναι ισοδυναμικά συνδεδεμένες, ενώ όλες οι σειρές θα διασυνδεθούν με αγωγό διατομής $1 \times 50 \text{mm}^2$ (κιτρινοπράσινο) προκειμένου να διασφαλιστεί η ισοδυναμική γείωση μεταξύ όλων των σειρών του πάρκου. Τα πάνελ θα είναι και αυτά συνδεδεμένα από κατάλληλη οπή και μέσω αγωγού διατομής $1 \times 6 \text{mm}^2$ (κιτρινοπράσινο) με τις μεταλλικές βάσεις. Οι μεταλλικές σχάρες μέσα στις οποίες θα οδεύουν τα καλώδια θα είναι συνδεδεμένες και αυτές με την ισοδυναμική γείωση των σειρών του πάρκου μέσω αγωγού διατομής $1 \times 6 \text{mm}^2$ (κιτρινοπράσινο).

Η μπάρα γείωσης του γενικού πίνακα, οι απαγωγείς κρουστικών υπερτάσεων εντός αυτού, καθώς επίσης και η ισοδυναμική γείωση των σειρών του πάρκου θα συνδεθούν με ένα τρίγωνο γείωσης μέσω αγωγού διατομής $1 \times 50 \text{ mm}^2$ (κιτρινοπράσινο). Ένα τρίγωνο θα κατασκευαστεί δίπλα στο ερμάριο της ΔΕΗ από το οποίο θα εκκινεί γυμνός χαλκαγωγός διατομής 95 mm^2 και θα συνδέεται σε μπάρα γείωσης που θα είναι τοποθετημένη στο παράθυρο του ερμαρίου.

Το τρίγωνο θα αποτελείται από 3 ηλεκτρόδια $\Phi 20 \times 150 \text{ cm}$ πακτωμένα κάθετα στην γη 120 cm , σχηματίζοντας ισόπλευρο τρίγωνο πλευράς 2.5 m , το οποίο θα συμπληρώνεται με λάμα $30 \times 3 \text{ cm}$ από θερμογαλβανισμένο χάλυβα. Οι συνδέσεις των ταινιών μεταξύ τους θα υλοποιηθούν με συνδέσμους ταινίας/ταινίας.

Στην ταινία θα συνδεθούν με συνδέσμους χάλυβα οι αγωγοί που θα καταλήξουν στις ακίδες (γείωση ακίδων) και οι αγωγοί που θα χρησιμοποιηθούν στην ισοδυναμική προστασία των μεταλλικών βάσεων των φωτοβολταϊκών κυψελών. Οι αγωγοί θα είναι $\Phi 10$ από St/Zn. Οι συνδέσεις των βάσεων με τον αγωγό θα υλοποιηθούν με τη χρήση συνδέσμων τύπου (H) $6-10 \text{ mm}$ St/Zn. Τέλος έχει υπολογιστεί και ισοδυναμικός ζυγός για γειώσεις στον εσωτερικό χώρο του οικίσκου και του εξωτερικού pillar της εγκατάστασης.

3.7.4) Αντικεραυνική προστασία

Οι φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις λόγω της θέσης τους και της μεγάλης έκτασης που καλύπτουν είναι ευάλωτες στα άμεσα κεραυνικά πλήγματα και στις εισερχόμενες υπερτάσεις. Για το λόγο αυτό η μελέτη της αντικεραυνικής προστασίας και της προστασίας έναντι κρουστικών υπερτάσεων είναι πολύ σημαντική.

Οι απαγωγείς κρουστικών υπερτάσεων είναι διατάξεις προστασίας, οι οποίες έχουν ως σκοπό, την μείωση των επαγόμενων κρουστικών τάσεων στις ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές οι οποίες εμπεριέχονται στην εκάστοτε υπό προστασία εγκατάσταση. Οι απαγωγείς κρουστικών υπερτάσεων ανάλογα τη ζώνη προστασίας στην οποία τοποθετούνται και το είδος των ρευμάτων διακρίνονται στους ακόλουθους τύπους για τα ασθενή και τα ισχυρά ρεύματα .

Η τυποποίηση των διατάξεων απαγωγής για τα ασθενή ρεύματα έχει ως εξής:

Τύπος 1(T1) ή απαγωγείς κρουστικών ρευμάτων. Πρέπει, τουλάχιστον, να απάγουν κρουστικά κεραυνικά ρεύματα 5 kA κυματομορφής $10/350 \text{ } \mu\text{sec}$.

Τύπος 2(T2) ή απαγωγείς κρουστικών υπερτάσεων Πρέπει να απάγουν κρουστικά ρεύματα 10 kA κυματομορφής $8/20 \text{ } \mu\text{sec}$.

Η τυποποίηση των διατάξεων απαγωγής για τα ισχυρά ρεύματα έχει ως εξής:

Τύπος 1(T1) ή απαγωγείς κρουστικών ρευμάτων.

Πρέπει να απάγουν κρουστικά ρεύματα αρκετών δεκάδων kA κυματομορφής $10/350 \text{ } \mu\text{sec}$ έχοντας τάση ενεργοποίησης μικρότερη ή ίση των 6 kV κυματομορφής $1,2/50 \text{ } \mu\text{sec}$.

Τύπος 2(T2) ή απαγωγείς κρουστικών υπερτάσεων.

Πρέπει να απάγουν κρουστικά ρεύματα αρκετών δεκάδων kA κυματομορφής $8/20 \text{ } \mu\text{sec}$ και να αφήνουν παραμένουσα τάση το πολύ $2,5 \text{ kV}$.

Τύπος 3(T3) ή απαγωγείς κρουστικών υπερτάσεων. Πρέπει να απάγουν κρουστικά ρεύματα λίγων δεκάδων kA κυματομορφής $8/20 \text{ } \mu\text{sec}$ και να αφήνουν παραμένουσα τάση το πολύ $1,5 \text{ kV}$.

Για την αντικεραυνική προστασία θα κατασκευαστεί διάταξη προστασίας έναντι άμεσων πληγμάτων και προστασία έναντι κρουστικών υπερτάσεων. Για την άμεση αντικεραυνική προστασία προβλέπεται η κατασκευή ισοδυναμικού πλέγματος γείωσης με την οποία θα συνδεθούν όλες οι βάσεις και ο οικίσκος από λάμα χαλκού διαστάσεων 30X2mm², ενώ θα κατασκευαστεί και αλεξικέραυνο με ιστό ύψους 9m στον οποίο θα τοποθετηθεί κεφαλή τύπου pulsar με ακτίνα δράσης 90m. Στην κεφαλή του αλεξικέραυνου θα συνδεθεί αγωγός καθόδου διαμέτρου 12 mm, ο οποίος θα συνδεθεί με τρίγωνο γείωσης που θα κατασκευαστεί στη βάση του αλεξικέραυνου. Τα ηλεκτρόδια του τριγώνου θα είναι μήκους 2 m το καθένα και θα τοποθετηθούν σε απόσταση 2,5 m. Το σύστημα του αλεξικέραυνου θα συνδεθεί με το πλέγμα ισοδυναμικής γείωσης. Σε ότι αφορά την προστασία έναντι κρουστικών υπερτάσεων, ο αντιστροφέας μας διαθέτει για τη γραμμή DC των φωτοβολταϊκών πλαισίων, απαγωγείς υπερτάσεων κατηγορίας OVR T2 και στην γραμμή AC, απαγωγείς υπερτάσεων κατηγορίας OVR T2. Οι συνδέσεις μεταξύ των υλικών γείωσης και των υπολοίπων αγωγών θα γίνουν με συνδέσμους που διαθέτουν κοχλίες και βίδες πιστοποιημένης ικανότητας απαγωγής 100kA κυματομορφής 10/350μsec.

3.8)ΕΛΕΓΧΟΙ ΔΟΚΙΜΕΣ

Με την ολοκλήρωση των εργασιών προχωρούμε στους ελέγχους και τις δοκιμές λειτουργίας. Για το σκοπό αυτό συμπληρώνεται πρωτόκολλο ελέγχου που περιλαμβάνει δοκιμές προ της σύνδεσης και δοκιμές μετά την σύνδεση με το δίκτυο.

3.8.1) Έλεγχοι και δοκιμές προ της σύνδεσης με το δίκτυο

3.8.1.1) Έλεγχος σταθερών βάσεων

Γίνονται οι ακόλουθοι έλεγχοι:

- Οπτικός έλεγχος συναρμογής τεμαχίων.
- Έλεγχος καλής σύσφιξης των πάνελ.
- Έλεγχος σύσφιξης κοχλιών..
- Έλεγχος σύσφιξης συνδέσεων ηλεκτρικών μερών.

3.8.1.2) Έλεγχος πάνελ

Γίνονται οι ακόλουθοι έλεγχοι:

- Οπτικός έλεγχος σύνδεσης των ταχυσυνδέσμων των καλωδίων.
- Έλεγχος σύσφιξης συνδέσεων ηλεκτρικών μερών.
- Μέτρηση της τάσης στα άκρα των Strings.
- Ρύθμιση παραμέτρων αντιστροφέα.

3.8.1.3) Έλεγχος πινάκων-καλωδιώσεων

Γίνονται οι ακόλουθοι έλεγχοι:

- Οπτικός έλεγχος των καλωδιώσεων.
- Έλεγχος σύσφιξης ηλεκτρικών συνδέσεων.
- Μέτρηση της γείωσης (Δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 10Ω).

3.8.2) Έλεγχοι και δοκιμές μετά τη σύνδεση με το δίκτυο

3.8.2.1) Γενικός Έλεγχος

Γίνονται οι ακόλουθοι όπως ορίζονται και από τον κατασκευαστή των αναστροφών:

- Μέτρηση τάσης DC.
- Μέτρηση έντασης DC.
- Μέτρηση τάσης AC σε κάθε φάση.
- Μέτρηση έντασης AC σε κάθε φάση (μεγίστη επιτρεπόμενη ασυμμετρία 20%).
- Μέτρηση συχνότητας λειτουργίας.
- Έλεγχος προστασίας από νισηδοποίηση.
- Μέτρηση του χρόνου επανασύνδεσης στο δίκτυο μετά από διακοπή.
- Μέτρηση έγχυσης DC.
- Μέτρηση αρμονικών παραμορφώσεων.

3.8.2.2) Έλεγχος βοηθητικών συστημάτων

Γίνονται οι ακόλουθοι έλεγχοι:

- Έλεγχος καλής απόκρισης του αισθητηρίου ακτινοβολίας με δημιουργία τεχνητής σκίασης.
- Έλεγχος λειτουργίας της βοηθητικής πηγής (UPS) σε περίπτωση διακοπής της τροφοδοσίας από την κύρια πηγή (ΔΕΗ).
- Έλεγχος λειτουργίας φωτισμού σε χειροκίνητη λειτουργία και σε αυτόματη με δημιουργία τεχνητής σκίασης.
- Ρύθμιση Έλεγχος λειτουργίας καμερών.
- Ρύθμιση και έλεγχος συναγερμού με δημιουργία παραβίασης σε κάθε ζώνη ξεχωριστά. Έλεγχος ειδοποίησης συναγερμού.
- Ρύθμιση συστήματος τηλεπαρακολούθησης.
 - Έλεγχος παραλαβής δεδομένων και εικόνας μέσω διαδικτύου.

3.9) ΔΗΛΩΣΗ ΕΤΟΙΜΟΤΗΤΑΣ

Με την ολοκλήρωση των εργασιών για την σύνδεση με το δίκτυο θα πρέπει να παραδοθεί στο αρμόδιο κατάστημα της ΔΕΗ, δήλωση ετοιμότητας η οποία θα περιλαμβάνει:

- Αίτηση προσωρινής και οριστικής παραλαβής.
- Υπεύθυνη δήλωση αδειούχου εγκαταστάτη ηλεκτρολόγου με πολυγραμμικά σχέδια πινάκων και Lay-out της εγκατάστασης θεωρημένα από την αρμόδια Δ.Ο.Υ. του ηλεκτρολόγου εγκαταστάτη και του κυρίου του έργου.
- Υπεύθυνη δήλωση του παραγωγού για τα όρια τάσης λειτουργίας, και συχνότητας των αναστροφών, την προστασία από νισηδοποίηση, την έγχυση DC και τις αρμονικές παραμορφώσεις.
- Υπεύθυνη δήλωση του εγκαταστάτη για τα όρια τάσης λειτουργίας, και συχνότητας των αναστροφών, την προστασία από νισηδοποίηση, την έγχυση DC και τις αρμονικές παραμορφώσεις.

ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΡΑΠΕΖΑ(Προέγκριση του δανείου)

- ΕΚΚΑΘΑΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΔΥΟ ΤΕΛΕΥΤΑΙΩΝ ΕΤΩΝ
- Ε9
- ΦΩΤΟΤΥΠΙΑ ΤΑΥΤΟΤΗΤΑΣ
- ΠΡΟΣΦΑΤΟ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟ ΔΕΗ(και τις δύο σελίδες)
- ΠΡΟΣΦΑΤΗ ΒΕΒΑΙΩΣΗ ΑΠΟΔΟΧΩΝ(για μισθωτό)
- ΠΡΟΣΦΑΤΗ ΒΕΒΑΙΩΣΗ Ή ΦΥΛΛΟ ΣΥΝΤΑΞΗΣ(για συνταξιούχο)
- ΤΑ ΔΥΟ ΤΕΛΕΥΤΑΙΑ Ε3(για ελεύθερο επαγγελματία)
- ΤΕΛΕΥΤΑΙΟΥΣ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΥΣ ΔΑΝΕΙΩΝ(αν υπάρχουν)
- ΤΕΛΕΥΤΑΙΟΥΣ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΥΣ ΠΙΣΤΩΤΙΚΩΝ ΚΑΡΤΩΝ(αν υπάρχουν)

3.10)Παράδοση σε Λειτουργία

Με την ολοκλήρωση των παραπάνω εργασιών γίνεται επίδειξη και εκπαίδευση στον παραγωγό και συμπληρώνεται πρωτόκολλο παραλαβής μεταξύ του εγκαταστάτη και του παραγωγού και το έργο παραδίδεται σε λειτουργία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1) ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η οικονομική βιωσιμότητα ενός ενεργειακού επενδυτικού σχεδίου αποτελεί τον σημαντικότερο παράγοντα για την προσέλκυση επενδυτικού ενδιαφέροντος. Επιπλέον σημαντικό ρόλο παίζει το ρίσκο που πάντα συνεπάγεται μια επένδυση.

Η διαδικασία επιλογής ενός σχεδίου επένδυσης περιλαμβάνει συνήθως τα ακόλουθα στάδια:

- Το πρώτο είναι ο προσδιορισμός των εφικτών εναλλακτικών παραλλαγών του σχεδίου επένδυσης. Είναι σχέδια επενδύσεων τεχνικά ασυμβίβαστα, με την έννοια ότι η πραγματοποίησή του ενός αποκλείει την πραγματοποίηση των άλλων.
- Το δεύτερο, είναι η εκτίμηση της ροής των εσόδων και δαπανών που συνοδεύουν το έργο.
- Το τρίτο, είναι η αξιολόγηση των εναλλακτικών σχεδίων και η επιλογή ενός, το οποίο θα κατασκευασθεί.
- Το τέταρτο, είναι η παρακολούθηση και η καταγραφή των αποκλίσεων ως προς τις προβλέψεις, μετά την πραγματοποίησή του, για την άσκηση μιας θετικής κριτικής για το μέλλον.

Από όλα τα στάδια το πρώτο είναι ίσως το πιο σημαντικό, γιατί περιλαμβάνει την καταγραφή των εναλλακτικών σχεδίων και γενικότερα τις νέες ιδέες και τα νέα σχέδια

για καρποφόρες επενδύσεις σε όλους τους τομείς.

4.2) ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ

Ένα από τα προβλήματα που καλείται να αντιμετωπίσει ο επενδυτής ενός ενεργειακού έργου είναι η εύρεση του κεφαλαίου για τη χρηματοδότηση του έργου. Στους ανασταλτικούς παράγοντες συγκαταλέγονται το μεγάλο αρχικό κόστος, η μακρά περίοδος απόσβεσης της επένδυσης, το μεγάλο τεχνολογικό και λειτουργικό ρίσκο και η περιορισμένη γνώση των σύγχρονων τεχνολογιών.

4.2.1) ΚΛΑΣΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ

Στις κλασικές μορφές χρηματοδότησης περιλαμβάνονται:

- Η αυτοχρηματοδότηση, δηλαδή η χρήση ίδιων κεφαλαίων για τη χρηματοδότηση του έργου.
- Ο δανεισμός, ο οποίος παρουσιάζεται στον ισολογισμό της επιχειρησιακής μονάδας. Το μειονέκτημα από αυτή τη διαδικασία είναι ότι εμφανίζονται τα κέρδη της επιχείρησης μειωμένα.

4.3) ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ – ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Βάσει του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού και υπηρεσιών προκύπτει το συνολικό κόστος εγκατάστασης ως εξής:

ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- Α/Σ ΚΑΛΩΔΙΟ ΓΙΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΙΣ: $390\text{m} \times 13.9\text{€/m} = 5435\text{€}$
- ΕΙΔΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ ΚΑΛΩΔΙΟ ΚΑΜΕΡΩΝ: $960\text{m} \times 0.30\text{€/m} = 288\text{€}$
- ΕΙΔΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ ΚΑΛΩΔΙΟ ΒΕΑΜ: $1075\text{m} \times 0.30\text{€/m} = 322.5\text{€}$
- Α/Σ ΚΑΛΩΔΙΟ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ: $960\text{m} \times 1.2\text{€/m} = 1152\text{€}$
- ΚΑΜΕΡΕΣ: 8 ΚΑΜΕΡΕΣ $\times 60\text{€/τεμ} = 480\text{€}$
- ΒΕΑΜ: 10 ΒΕΑΜ $\times 30\text{€/τεμ} = 300\text{€}$
- ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ: 8 ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ $\times 20\text{€/τεμ} = 160\text{€}$
- ΙΣΟΒΟΧ: 1200€
- ΓΕΝΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΣΟΒΟΧ: 2500€
- ΥΠΟΠΙΝΑΚΑΣ: 1200€
- ΠΕΡΙΦΡΑΞΗ: 3000€
- ΒΑΣΕΙΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΠΑΝΕΛ: 19000€
- ΠΑΝΕΛ: 500 ΠΑΝΕΛ $\times 179,5\text{€/τεμ} = 89760\text{€}$
- ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΙΣ: 10 ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΙΣ $\times 3000\text{€/τεμ} = 30000\text{€}$
- DC ΕΙΔΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ ΚΑΛΩΔΙΟ ΓΙΑ ΣΥΣΤΟΙΧΙΕΣ:
(180m \times 5σειρές) = $900\text{m} \times 1.2\text{€/m} = 1080\text{€}$
- ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ: 3000€
- ΣΥΝΔΕΣΗ ΔΕΗ: 12910 €
- ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΧΩΡΟΥ ΚΑΙ ΕΡΓΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΟΔΟΠΟΙΑΣ: 6000€
- ΕΞΚΑΦΕΣ: 2800€
- ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ: 3000€
- ΗΜΕΡΟΜΙΣΘΙΑ: (10 ΗΜΕΡΟΜΙΣΘΙΑ $\times 50\text{€/ημερ}$) = $500\text{€} \times 5$
ΑΤΟΜΑ = 2500€
- ΕΞΟΔΑ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ: 2500€
- ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΑ: 3000€
- ΑΣΦΑΛΙΣΗ ΕΡΓΟΥ: 1000€

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ: 192.590€ +23%=236.886€

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΓΙΑ
ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΤΗ ΔΕΗ(κατάστημα ΔΕΗ Λιβαδειάς)

ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ

							Α.Π.				100		
ΜΣ						ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ Χ.Τ.							
ΚVA	τεμ.	υλικά	εργατικά	Συν. Υλικά	Συν. Εργατ.	ΓΕΝΙΚΟ	ΕΙΔΟΣ	ΤΕΜ	υλικά	εργατικά	Συν. Υλικά	Συν. Εργατ.	ΓΕΝΙΚΟ
50		3038,55	446,73	0	0	0,00	S- 33		5,58		0	0	0,00
100	1	4071,31	475,61	4071,31	475,61	4546,92	S- 41		11,18	21,99	0	0	0,00
160		5091,5	558,52	0	0	0,00	S- 41II		27,52	34,9	0	0	0,00
250		6547,07	527,52	0	0	0,00	S- 35		21,89	55,13	0	0	0,00
400		7312,24	579,41	0	0	0,00	S- 37		23,28	31,21	0	0	0,00
ΔΙΑΦΟΡΑ						0,00	S- 31A		12,91	55,19	0	0	0,00
ΣΤΥΛΟΙ							S- 11		1,08	22,3	0	0	0,00
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΤΕΜ.	υλικά	εργατικά				S- 29II (I)		386,76	494,47	0	0	0,00
10E		156,26	167,19	0	0	0,00	S- 63I (I)	1	690,35	334,08	690,35	334,08	1024,43
10M		209,29	181,31	0	0	0,00	S- 63II (I)		736,45	334,08	0	0	0,00
10B		281,29	220,88	0	0	0,00	S- 63IV (I)		882,81	354,2	0	0	0,00
11E		179,95	173,42	0	0	0,00	ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ Μ.Τ.						
11M		230,84	194,04	0	0	0,00	P- 3		43,4	111,38	0	0	0,00
11B		300,88	239,58	0	0	0,00	P- 3II	1	43,4	211,07	43,4	211,07	254,47
12E		207,82	183,26	0	0	0,00	P- 9IV		87,48	202,2	0	0	0,00
12M		260,71	208,6	0	0	0,00	P- 9II		166,35	229,45	0	0	0,00
12B		355,58	266,52	0	0	0,00	P- 15		167,84	207,7	0	0	0,00
13M		314,43	223,15	0	0	0,00	P- 27T	1	464,59	294,13	464,59	294,13	758,72
13B	2	395,51	273,86	791,02	547,72	1338,74	P- 29		107,45	239,39	0	0	0,00
14M		334,18	239,85	0	0	0,00	P- 29B		112,28	326,54	0	0	0,00
14B		419,02	296,45	0	0	0,00	T- 5		556,5	491,43	0	0	0,00
15B		452,53	317,37	0	0	0,00	T- 17		828,2	1249,21	0	0	0,00
ΕΠΙΤΟΝΕΣ							T- 25	1	588,6	777,74	588,6	777,74	1366,34
F- 21X/E		10,19	190,77	0	0	0,00	P- 215		714,31	1316,04	0	0	0,00
F- 21X/M		13,55	190,77	0	0	0,00	ΑΓΩΓΟΙ						
F- 21X/B		23,56	237,45	0	0	0,00	ΕΙΔΟΣ	μετρα	υλικά	2220			
F- 21Y/E		10,39	207,04	0	0	0,00	3 X 35 ASCR	10	1,55	2,43	15,5	24,3	39,80
F- 21Y/M		14,82	207,04	0	0	0,00	3 X 95 ASCR		4,17	4,02	0	0	0,00
F- 21Y/B		25,73	253,72	0	0	0,00	3X70+54,6+25 st		3,7	3,06	0	0	0,00
F- 34Y/B		58,43	471,46	0	0	0,00	4X120+25 st.		6,95	13,81	0	0	0,00
F- 21A/M		30,7	325,44	0	0	0,00	3X150+50 ΥΠ.		7,49	17,56	0	0	0,00
F- 21A/B		58,43	471,16	0	0	0,00	3X240+25 ΥΠ.		18,62	29,7	0	0	0,00
F- 21B/M		57,6	543,19	0	0	0,00	ΓΕΩΣΕΙΣ						
F- 21B/B		75	721,31	0	0	0,00	F- 31		10,92	59,01	0	0	0,00
F- 27Y/B		17,22	21,36	0	0	0,00	F- 31ΠΙ	1	63,53	334,53	63,53	334,53	398,06
ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΙΣ							ΔΙΑΦΟΡΑ						
FCP - 6		0	50,73	0	0	0,00							
F- 9 20X75		8,11	137,72	0	0	0,00							
						4862,33	1023,33	5885,66					
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΡΓΟΥ									6728,30	2999,18	9727,48		

ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ				
0				
ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ: 0				
ΕΙΔΟΣ	ΤΕΜ	ΤΙΜΗ		ΣΥΝΟΛΟ
1Φ		300		-
3Φ	1	500		500,00
ΚΑΛΩΔΙΟ ΠΑΡΟΧΗΣ				
ΕΙΔΟΣ	ΜΕΤΡΑ	ΤΙΜΗ		
2 X 6		0,93		-
4 X 6		2,06		-
4 X 16		4,09		-
4 X 25		6,61		-
4 X 50	12	11,87		142,44
1 X 150		6,14		-
1 X 300		17		-
3 X 150+ 50		19,4		-
ΑΣΦΑΛΕΙΕΣ ΠΛΗΡΕΙΣ				
35A		0,3		-
3 X 25A		1,07		-
3 X 40A		0,79		-
3 X 63A		1,08		-
3 X 100A	3	4,1		12,30
3 X 160A		5,62		-
3 X 250A				-
ΚΙΒΩΤΙΑ ΜΕΤΡΗΤΩΝ				
1Φ ΠΛΑΣΤΙΚΟ		5,22		-
3Φ ΠΛΑΣΤΙΚΟ		8,42		-
ΑΣΦΑΛΕΙΩΝ		17,37		-
ΜΑΧΙΓΡΑΦ	2	69,54		139,08
ΕΡΓΑΤΙΚΑ ΠΑΡΟΧΗΣ				
ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	Α/Ω	ΤΙΜΗ ΑΝΑ Α/Ω	
T4/A	2	8	29,53	472,48
ΕΡΓΑΤΙΚΑ ΜΕΛΕΤΩΝ				
ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	Α/Ω	ΤΙΜΗ ΑΝΑ Α/Ω	
T3/A	1	2	35,74	71,48
T4/A	1	2	29,53	59,06
ΚΟΣΤΟΛΟΓΟΣ	1	1	29,53	29,53
ΚΟΣΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΥΝΔΕΣΗΣ				
T3/A	1	2	35,75	71,50
T4/A	1	2	29,53	59,06
ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΙΒΛΕΨΗΣ				
T3/A	1	2	35,74	71,48
T4/A	1	2	29,53	59,06
ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΩΝ				
ΠΑΡΟΧΗΣ	1	8	23,06	184,48
ΜΕΛΕΤΩΝ	1	2	22,16	44,32
ΕΠΙΒΛΕΨΗΣ	1	2	22,16	44,32
ΣΥΝΔΕΣΗΣ	1	2	22,16	44,32
ΚΟΣΤΟΣ ΕΡΓΟΥ (ΠΙΝΑΚΑΣ 2)				9.727,48
ΚΟΣΤΟΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ				
ΓΕΝΙΚΑ ΕΞΟΔΑ 10%				1.173,24
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ				12.905,63

ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΩΝ ΠΑΡΟΧΗΣ

793,82

472,48

160,07

130,56

130,54

317,44

ΣΙΔΕΡΗΣ ΓΙΩΡΓΟΣ
ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΣ ΜΕΛΕΤΩΝ

0

ΠΑΡΑΓΩΓΟΣ: 0

ΙΣΧΥΣ 100 KW ΑΠ 0

ΚΟΣΤΟΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΞΕΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ	160,07
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΩΝ	7522,12
Κόστος τοποθετηθέντων υλικών υλικών	6728,30
Κόστος αποξηλοθέντων υλικών υλικών	
Κόστος υλικών παροχής	793,82
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΡΓΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΟΛΑΒΙΚΩΝ	3471,66
Αξία εργολαβικών δικτύου και παροχής	2999,18
Κόστος εργατικών συνεργείων ΔΕΗ	472,48
ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΙΒΛΕΨΗΣ	130,54
ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΩΝ	317,44
ΚΟΣΤΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΥΝΔΕΣΗΣ	130,56
ΚΟΣΤΟΣ ΟΔΟΙΠΟΡΙΚΩΝ	
ΚΟΣΤΟΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ	0,00
ΓΕΝΙΚΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ 10%	1173,24
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ	12905,63

ΣΙΔΕΡΗΣ ΓΙΩΡΓΟΣ
ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΣ ΜΕΛΕΤΩΝ

Λόγω της έλλειψης και του ασφαλούς κλίματος επενδύσεων, η πλειοψηφία των επενδυτών που δραστηριοποιούνται στη παραγωγή ενέργειας από φ/β πάρκα επιχειρούν σε αυτά με μορφές συγχρηματοδότησης μέσω δανεισμού τραπεζών.

4.3.1) Περιπτώσεις χρηματοδότησης

Παρακάτω παρουσιάζουμε μελέτη βιωσιμότητας είτε με αυτοχρηματοδότηση είτε με δανεισμό μέσω τραπεζής.

4.3.1.1) Στη περίπτωση της αυτοχρηματοδότησης, όταν η επιχείρηση βαίνει στο ένατο έτος λειτουργίας της ο επενδυτής έχει αποσβέσει τα έξοδα της επένδυσης του.

ΕΤΟΣ	ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ (MWh/ΕΤΟΣ)	ΤΙΜΗ ΚΙΛΟΒΑΤΩΡΑΣ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ (ΕΥΡΩ)	ΕΞΟΔΑ ΑΣΦΑΛΙΣΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ, ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	ΚΕΡΔΗ ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ	ΦΟΡΟΙ	ΚΑΘΑΡΑ ΚΕΡΔΗ
1 ^ο	100%	133,7	0,3056	40858,7	2.600,0	38.258,7	8.799,5	29.459,2
2 ^ο	99%	132,50	0,308656	40895,9	2.652,0	38.243,9	8.796,1	29.447,8
3 ^ο	98%	131,30	0,311743	40933,1	2.705,0	38.228,1	8.792,5	29.435,6
4 ^ο	97%	130,12	0,31486	40970,4	2.759,1	38.211,2	8.788,6	29.422,6
5 ^ο	96%	128,95	0,318009	41007,6	2.814,3	38.193,3	8.784,5	29.408,9
6 ^ο	96%	127,79	0,321189	41045,0	2.870,6	38.174,4	8.780,1	29.394,3
7 ^ο	95%	126,64	0,324401	41082,3	2.928,0	38.154,3	8.775,5	29.378,8
8 ^ο	94%	125,50	0,327645	41119,7	2.986,6	38.133,1	8.770,6	29.362,5
9 ^ο	93%	124,37	0,330921	41157,1	3.046,3	38.110,8	8.765,5	29.345,3
10 ^ο	92%	123,25	0,33423	41194,6	3.107,2	38.087,3	8.760,1	29.327,2
11 ^ο	91%	122,14	0,337573	41232,1	3.169,4	38.062,7	8.754,4	29.308,3
12 ^ο	90%	121,04	0,340948	41269,6	3.232,8	38.036,8	8.748,5	29.288,3
13 ^ο	89%	119,95	0,344358	41307,1	3.297,4	38.009,7	8.742,2	29.267,5
14 ^ο	88%	118,87	0,347801	41344,7	3.363,4	37.981,3	8.735,7	29.245,6
15 ^ο	87%	117,80	0,351279	41382,4	3.430,6	37.951,7	8.728,9	29.222,8
16 ^ο	87%	116,74	0,354792	41420,0	3.499,3	37.920,8	8.721,8	29.199,0
17 ^ο	86%	115,69	0,35834	41457,7	3.569,2	37.888,5	8.714,3	29.174,1
18 ^ο	85%	114,65	0,361923	41495,4	3.640,6	37.854,8	8.706,6	29.148,2
19 ^ο	84%	113,62	0,365543	41533,2	3.713,4	37.819,7	8.698,5	29.121,2
20 ^ο	83%	112,60	0,369198	41571,0	3.787,7	37.783,3	8.690,2	29.093,1

4.3.1.2) *Τραπεζική χρηματοδότηση:* Στη δική μας περίπτωση, υλοποιήσαμε ισολογιστικό πίνακα με τη βοήθεια του καταστήματος Εθνικής Τραπέζης Λιβαδειάς, από όπου ήταν δυνατόν να δοθούν όροι δανεισμού και αποπληρωμής. Όταν η αποπληρωμή του έργου γίνεται μέσω τραπεζής λαμβάνουμε υπόψη ότι η τράπεζα χρηματοδοτεί τον επενδυτή επί του καθαρού ποσού του κόστους εγκατάστασης(χωρίς Φ.Π.Α 23 %).

Εγκατεστημένη ισχύς :	100 kWp	
Σύστημα στήριξης :	ΣΤΑΘΕΡΟ	
Έναρξη πριν από :	ΙΟΥΛΙΟΣ 2012	
Αρχική τιμή πώλησης :	0,3056	
Ετήσια μείωση απόδ. :	0,90%	
Δείκτης Τιμών Κατ/λωτή:	2%	
Αρχικό κόστος επένδυσης :	192.590€	
Δανεισμός:	144.443€	75%
Ίδια κεφάλαια:	48.148 €	25%
Επιτόκιο δανείου:	7,50%	
Διάρκεια δανείου (έτη):	10	
φορολ. συντελεστής:	23%	
Ετήσια δόση:	20668.8	

ΕΤΟΣ	ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ(MWh/ΕΤΟΣ)	ΤΙΜΗ ΚΙΛΟΒΑΤΩΡΑΣ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ(ΕΥΡΩ)
1ο	100%	133,7	0,3056	40858,7
2ο	99%	132,5	0,30866	40895,9
3ο	98%	131,3	0,31174	40933,1
4ο	97%	130,12	0,31486	40970,4
5ο	96%	128,95	0,31801	41007,6
6ο	96%	127,79	0,32119	41045
7ο	95%	126,64	0,3244	41082,3
8ο	94%	125,5	0,32765	41119,7
9ο	93%	124,37	0,33092	41157,1
10ο	92%	123,25	0,33423	41194,6
11ο	91%	122,14	0,33757	41232,1
12ο	90%	121,04	0,34095	41269,6
13ο	89%	119,95	0,34436	41307,1
14ο	88%	118,87	0,3478	41344,7
15ο	87%	117,8	0,35128	41382,4
16ο	87%	116,74	0,35479	41420
17ο	86%	115,69	0,35834	41457,7
18ο	85%	114,65	0,36192	41495,4
19ο	84%	113,62	0,36554	41533,2
20ο	83%	112,6	0,3692	41571

ΕΤΟΣ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ (ΕΥΡΩ)	ΔΟΣΗ ΔΑΝΕΙΟΥ	ΕΞΟΔΑ ΑΣΦΑΛΙ ΣΗΣ,ΛΕΙ ΤΟΥΡΓΙΑ Σ,ΣΥΝΤΗ ΡΗΣΗΣ	ΣΥΝΟΛΙ ΚΑ ΕΞΟΔΑ	ΚΕΡΔΗ ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ	ΦΟΡΟΙ	ΚΑΘΑΡΑ ΚΕΡΔΗ
1 ^ο	40.858,7	20668,8	2.600,00	23268,8	17.590,0	4045,7	13544,3
2 ^ο	40.895,9	20668,8	2.652,00	23320,8	17.575,1	4042,3	13532,9
3 ^ο	40.933,1	20668,8	2.705,00	23373,8	17.559,3	4038,6	13520,7
4 ^ο	40.970,4	20668,8	2.759,10	23427,9	17.542,5	4034,8	13507,7
5 ^ο	41.007,6	20668,8	2.814,30	23483,1	17.524,6	4030,7	13493,9
6 ^ο	41.045,0	20668,8	2.870,60	23539,4	17.505,6	4026,3	13479,3
7 ^ο	41.082,3	20668,8	2.928,00	23596,8	17.485,5	4021,7	13463,9
8 ^ο	41.119,7	20668,8	2.986,60	23655,3	17.464,4	4016,8	13447,6
9 ^ο	41.157,1	20668,8	3.046,30	23715,1	17.442,0	4011,7	13430,4
10ο	41.194,6	20668,8	3.107,20	23776	17.418,6	4006,3	13412,3
11ο	41.232,1		3.169,40	3169,4	38.062,7	8754,4	29308,3
12ο	41.269,6		3.232,80	3232,8	38.036,8	8748,5	29288,3
13ο	41.307,1		3.297,40	3297,4	38.009,7	8742,2	29267,5
14ο	41.344,7		3.363,40	3363,4	37.981,3	8735,7	29245,6
15ο	41.382,4		3.430,60	3430,6	37.951,7	8728,9	29222,8
16ο	41.420,0		3.499,30	3499,3	37.920,8	8721,8	29199
17ο	41.457,7		3.569,20	3569,2	37.888,5	8714,3	29174,1
18ο	41.495,4		3.640,60	3640,6	37.854,8	8706,6	29148,2
19ο	41.533,2		3.713,40	3713,4	37.819,7	8698,5	29121,2
20ο	41.571,0		3.787,70	3787,7	37.783,3	8690,2	29093,1

Στην περίπτωση του δανεισμού, ο επενδυτής αποσβένει τα έξοδα της επένδυσης του (25% του καθαρού συνολικού κόστους $48147 + (23\% \text{ Φ.Π.Α}) 44296 = 92443$) κατά το τέλος του έβδομου έτους.

Οι ισολογιστικοί πίνακες που παρουσιάσαμε έγιναν βάσει της ελάχιστης εγγύησης ομαλής λειτουργίας που προσφέρεται για τον Η/Μ εξοπλισμό για αυτό και οι πίνακες αναφέρονται σε ορίζοντα 20ετίας. Οι υπόλοιπες στήλες, βάσει των δεδομένων της μελέτης προκύπτουν ως εξής:

Τιμή κιλοβατώρας: Αρχική τιμή πώλησης της με προσαύξηση 1% για κάθε έτος.

Παραγωγή(ευρώ): Τιμή κιλοβατώρας * Παραγωγή(MWh/Έτος)

Κέρδη προ φόρων: Παραγωγή(ευρώ) – Έξοδα ασφάλισης, λειτουργίας, συντήρησης

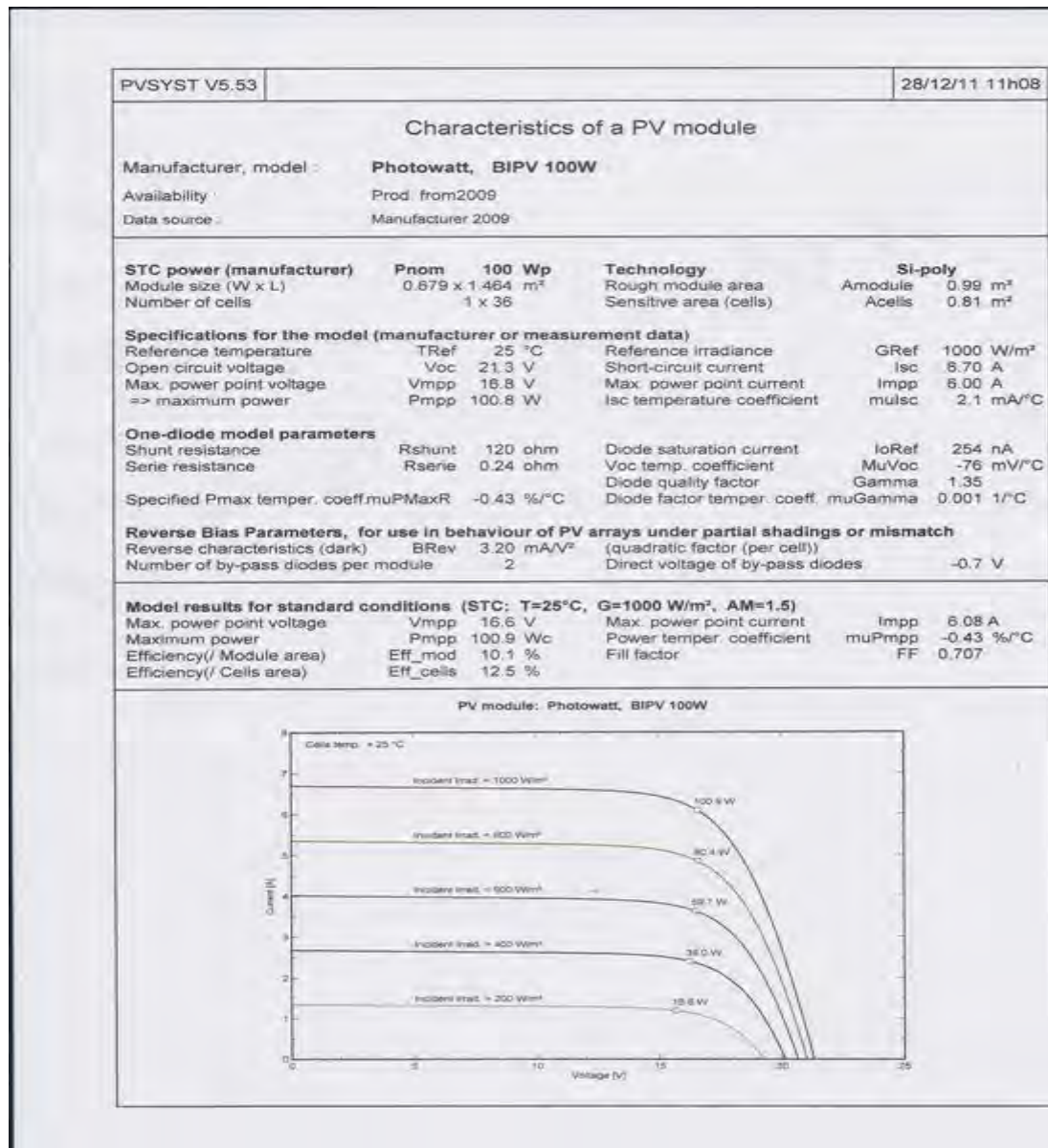
Φόροι: Το 23% από τα Κέρδη προ φόρων

Καθαρά Κέρδη: Κέρδη προ φόρων – Φόροι

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ Φ/Β ΠΛΑΙΣΙΩΝ



Characteristics of a PV module

Manufacturer, model : **Photowatt, PW 2050 / 200W**

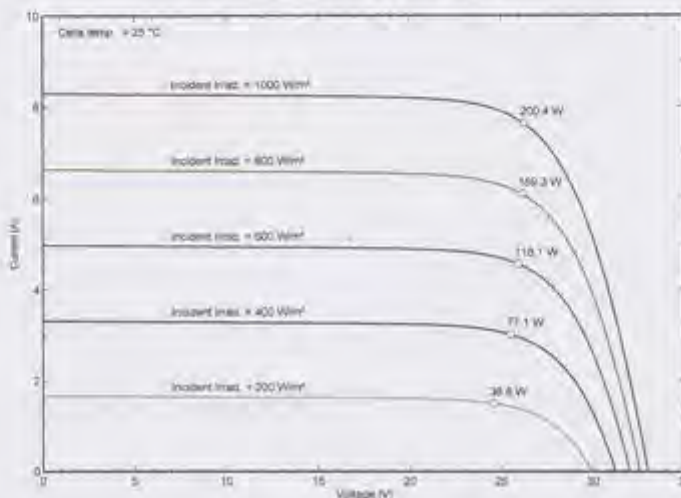
Availability : Prod. from 2010

Date source : Manufacturer 2010

STC power (manufacturer)	Pnom 200 Wp	Technology	Si-poly
Module size (W x L)	0.995 x 1.474 m ²	Rough module area	Amodule 1.47 m ²
Number of cells	1 x 54	Sensitive area (cells)	Acells N/A m ²
Specifications for the model (manufacturer or measurement data)			
Reference temperature	TRef 25 °C	Reference irradiance	GRef 1000 W/m ²
Open circuit voltage	Voc 33.0 V	Short-circuit current	Isc 8.30 A
Max. power point voltage	Vmpp 26.0 V	Max. power point current	Impp 7.70 A
=> maximum power	Pmpp 200.2 W	Isc temperature coefficient	mulsc 3.3 mA/°C
One-diode model parameters			
Shunt resistance	Rshunt 220 ohm	Diode saturation current	ioRef 181 nA
Series resistance	Rserie 0.22 ohm	Voc temp. coefficient	MuVoc -110 mV/°C
		Diode quality factor	Gamma 1.35
Specified Pmax temper. coeff.muPMaxR	-0.43 %/°C	Diode factor temper. coeff. muGamma	0.000 1/°C
Reverse Bias Parameters, for use in behaviour of PV arrays under partial shadings or mismatch			
Reverse characteristics (dark)	BRev 3.20 mA/V ²	(quadratic factor (per cell))	
Number of by-pass diodes per module	4	Direct voltage of by-pass diodes	-0.7 V

Model results for standard conditions (STC: T=25°C, G=1000 W/m², AM=1.5)			
Max. power point voltage	Vmpp 26.3 V	Max. power point current	Impp 7.63 A
Maximum power	Pmpp 200.4 Wc	Power temper. coefficient	muPmpp -0.43 %/°C
Efficiency/(Module area)	Eff_mod 13.7 %	Fill factor	FF 0.732
Efficiency/(Cells area)	Eff_cells N/A %		

PV module: Photowatt, PW 2050 / 200W



Characteristics of a PV module

Manufacturer, model : **Auversun, AVA200P54NN**

Availability : Prod. from 2011

Data source : Manufacturer 2011

STC power (manufacturer)	Pnom	200 Wp	Technology	Si-poly
Module size (W x L)	0.993 x 1.536	m ²	Rough module area	Amodule 1.53 m ²
Tile: apparent sizes	0.976 x 1.518	m ²	Apparent module area	Aapparent 1.48 m ²
Number of cells	1 x 54		Sensitive area (cells)	Acells 1.31 m ²

Specifications for the model (manufacturer or measurement data)

Reference temperature	TRef	25 °C	Reference irradiance	GRef	1000 W/m ²
Open circuit voltage	Voc	33.3 V	Short-circuit current	Isc	8.04 A
Max. power point voltage => maximum power	Vmpp	26.7 V	Max. power point current	Imp	7.52 A
	Pmpp	200.9 W	Isc temperature coefficient	mulsc	4.7 mA/°C

One-diode model parameters

Shunt resistance	Rshunt	250 ohm	Diode saturation current	IoRef	149 nA
Serie resistance	Rserie	0.14 ohm	Voc temp. coefficient	MuVoc	-109 mV/°C
			Diode quality factor	Gamma	1.35
Specified Pmax temper. coeff.muPMaxR		-0.41 %/°C	Diode factor temper. coeff. muGamma		-0.000 1/°C

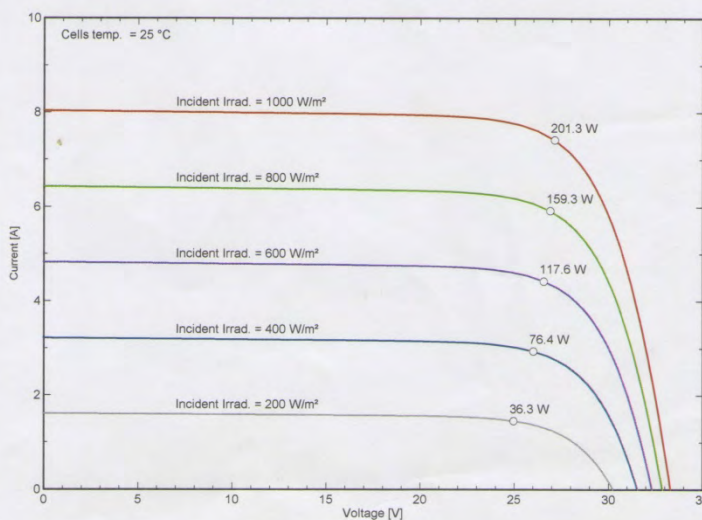
Reverse Bias Parameters, for use in behaviour of PV arrays under partial shadings or mismatch

Reverse characteristics (dark)	BRev	3.20 mA/V ²	(quadratic factor (per cell))	
Number of by-pass diodes per module		3	Direct voltage of by-pass diodes	-0.7 V

Model results for standard conditions (STC: T=25°C, G=1000 W/m², AM=1.5)

Max. power point voltage	Vmpp	27.1 V	Max. power point current	Imp	7.42 A
Maximum power	Pmpp	201.3 Wc	Power temper. coefficient	muPmpp	-0.41 %/°C
Efficiency(/ Module area)	Eff_mod	13.6 %	Fill factor	FF	0.752
Efficiency(/ Cells area)	Eff_cells	15.3 %			

PV module: Auversun, AVA200P54NN



Characteristics of a PV module

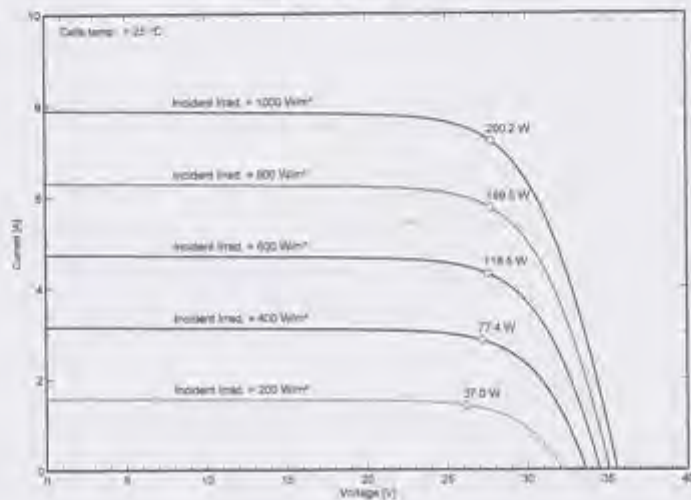
Manufacturer, model : **Solon SE , Blue 220/01(200)**

Availability : Prod. from 2008 to 2011

Data source : Manufacturer 2010

STC power (manufacturer)	P _{nom}	200 W _p	Technology	Si-poly
Module size (W x L)	1,000 x 1,640	m ²	Rough module area	A _{module} 1.64 m ²
Number of cells	1 x 60		Sensitive area (cells)	A _{cells} N/A m ²
Specifications for the model (manufacturer or measurement data)				
Reference temperature	T _{Ref}	25 °C	Reference irradiance	G _{Ref} 1000 W/m ²
Open circuit voltage	V _{oc}	35.6 V	Short-circuit current	I _{sc} 7.90 A
Max. power point voltage	V _{mpp}	27.8 V	Max. power point current	I _{mp} 7.20 A
=> maximum power	P _{mp}	200.2 W	I _{sc} temperature coefficient	mu _{Isc} 4.0 mA/°C
One-diode model parameters				
Shunt resistance	R _{shunt}	200 ohm	Diode saturation current	I _{oRef} 287 nA
Series resistance	R _{serie}	0.33 ohm	V _{oc} temp. coefficient	Mu _{Voc} -126 mV/°C
			Diode quality factor	Gamma 1.35
Specified P _{max} temper. coeff. mu _{PMaxR}	-0.42	%/°C	Diode factor temper. coeff. mu _{Gamma}	0.001 1/°C
Reverse Bias Parameters, for use in behaviour of PV arrays under partial shadings or mismatch				
Reverse characteristics (dark)	B _{Rev}	3.20 mA/V ²	(quadratic factor (per cell))	
Number of by-pass diodes per module	3		Direct voltage of by-pass diodes	-0.7 V
Model results for standard conditions (STC: T=25°C, G=1000 W/m², AM=1.5)				
Max. power point voltage	V _{mpp}	27.8 V	Max. power point current	I _{mp} 7.20 A
Maximum power	P _{mp}	200.2 W _c	Power temper. coefficient	mu _{Pmp} -0.42 %/°C
Efficiency/(Module area)	Eff _{mod}	12.2 %	Fill factor	FF 0.712
Efficiency/(Cells area)	Eff _{cells}	N/A %		

PV module: Solon SE , Blue 220/01(200)



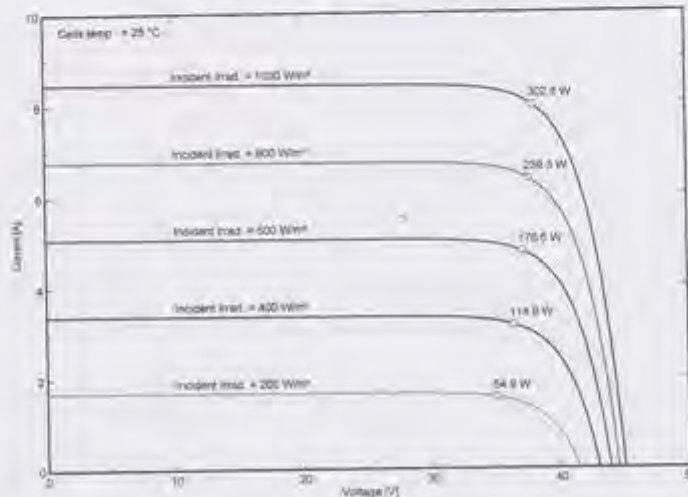
Characteristics of a PV module

Manufacturer, model : **Solon SE, Blue 270/17(300)**
 Availability : Prod. from 2011
 Data source : Manufacturer 2011

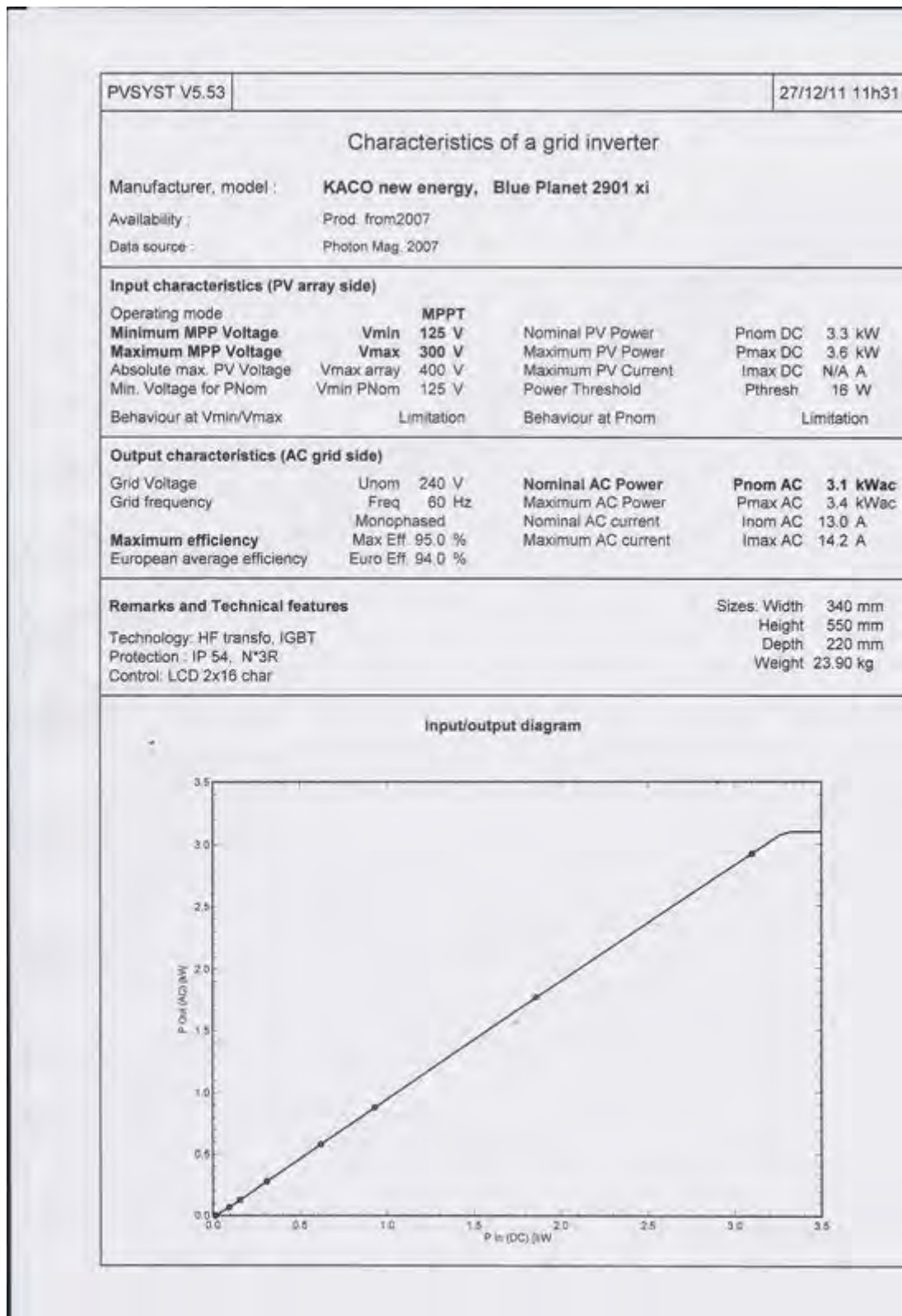
STC power (manufacturer)	P_{nom} 300 W _p	Technology	Si-poly
Module size (W x L)	0.993 x 1.973 m ²	Rough module area	A _{module} 1.96 m ²
Number of cells	1 x 72	Sensitive area (cells)	A _{cells} N/A m ²
Specifications for the model (manufacturer or measurement data)			
Reference temperature	T _{Ref} 25 °C	Reference irradiance	G _{Ref} 1000 W/m ²
Open circuit voltage	V _{oc} 45.0 V	Short-circuit current	I _{sc} 8.46 A
Max. power point voltage	V _{mpp} 37.0 V	Max. power point current	I _{mpp} 8.12 A
=> maximum power	P _{mpp} 300.7 W	I _{sc} temperature coefficient	μI _{sc} 3.4 mA/°C
One-diode model parameters			
Shunt resistance	R _{shunt} 550 ohm	Diode saturation current	I _{oRef} 9 nA
Series resistance	R _{serie} 0.06 ohm	V _{oc} temp. coefficient	μV _{oc} -141 mV/°C
		Diode quality factor	Gamma 1.18
Specified P _{max} temper. coeff. μP _{MaxR}	-0.41 %/°C	Diode factor temper. coeff. μGamma	-0.000 1/°C
Reverse Bias Parameters, for use in behaviour of PV arrays under partial shadings or mismatch			
Reverse characteristics (dark)	B _{Rev} 3.20 mA/V ²	(quadratic factor (per cell))	
Number of by-pass diodes per module	3	Direct voltage of by-pass diodes	-0.7 V

Model results for standard conditions (STC: T=25°C, G=1000 W/m², AM=1.5)			
Max. power point voltage	V _{mpp} 38.1 V	Max. power point current	I _{mpp} 7.95 A
Maximum power	P _{mpp} 302.8 W _c	Power temper. coefficient	μP _{mpp} -0.41 %/°C
Efficiency(/ Module area)	Eff _{mod} 15.5 %	Fill factor	FF 0.796
Efficiency(/ Cells area)	Eff _{cells} N/A %		

PV module: Solon SE, Blue 270/17(300)



ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΕΩΝ



Characteristics of a grid inverter

Manufacturer, model **KACO new energy, Blue Planet 2901 xl**

Availability : Prod. from 2007

Data source : Photon Mag, 2007

Input characteristics (PV array side)

Operating mode	MPPT			
Minimum MPP Voltage	Vmin	125 V	Nominal PV Power	Pnom DC 3.3 kW
Maximum MPP Voltage	Vmax	300 V	Maximum PV Power	Pmax DC 3.6 kW
Absolute max. PV Voltage	Vmax array	400 V	Maximum PV Current	Imax DC N/A A
Min. Voltage for PNom	Vmin PNom	125 V	Power Threshold	Pthresh 16 W
Behaviour at Vmin/Vmax	Limitation		Behaviour at Pnom	Limitation

Output characteristics (AC grid side)

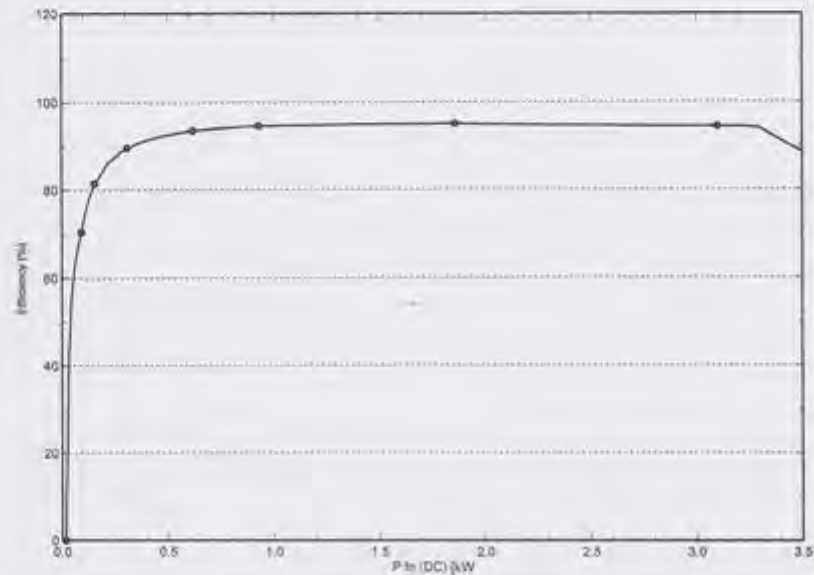
Grid Voltage	Unom	240 V	Nominal AC Power	Pnom AC 3.1 kWac
Grid frequency	Freq	60 Hz	Maximum AC Power	Pmax AC 3.4 kWac
		Monophased	Nominal AC current	Inom AC 13.0 A
Maximum efficiency	Max Eff.	95.0 %	Maximum AC current	Imax AC 14.2 A
European average efficiency	Euro Eff.	94.0 %		

Remarks and Technical features

Technology: HF transfo, IGBT
Protection: IP 54, N°3R
Control: LCD 2x16 char

Sizes: Width 340 mm
Height 550 mm
Depth 220 mm
Weight 23.90 kg

Efficiency profile vs Input power



Characteristics of a grid inverter

Manufacturer, model : **KACO new energy, Blue Planet 2901 xi**

Availability : Prod. from 2007

Data source : Photon Mag, 2007

Input characteristics (PV array side)

Operating mode	MPPT			
Minimum MPP Voltage	Vmin	125 V	Nominal PV Power	Pnom DC 3.3 kW
Maximum MPP Voltage	Vmax	300 V	Maximum PV Power	Pmax DC 3.6 kW
Absolute max. PV Voltage	Vmax array	400 V	Maximum PV Current	Imax DC N/A A
Min. Voltage for PNom	Vmin PNom	125 V	Power Threshold	Pthresh 16 W
Behaviour at Vmin/Vmax	Limitation		Behaviour at Pnom	Limitation

Output characteristics (AC grid side)

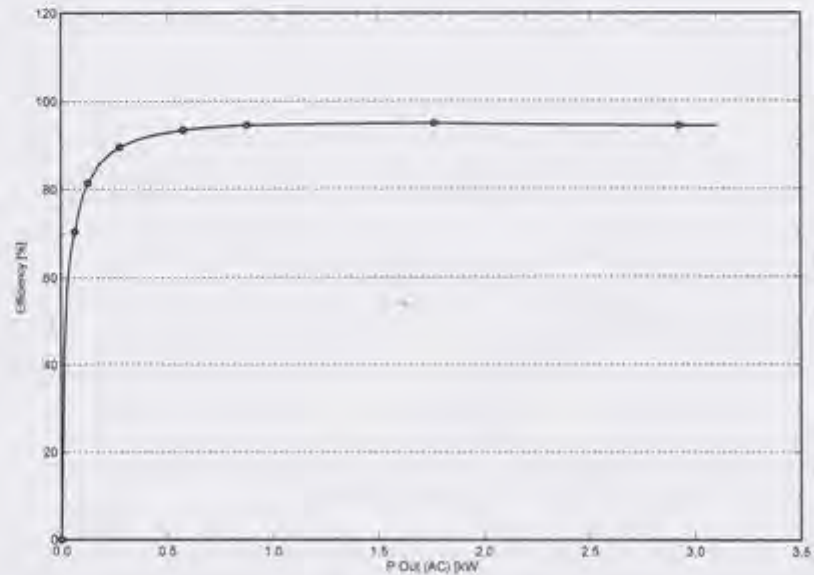
Grid Voltage	U _{nom}	240 V	Nominal AC Power	Pnom AC 3.1 kWac
Grid frequency	Freq	50/60 Hz	Maximum AC Power	Pmax AC 3.4 kWac
		Triphased	Nominal AC current	Inom AC 13.0 A
Maximum efficiency	Max Eff.	95.0 %	Maximum AC current	Imax AC 14.2 A
European average efficiency	Euro Eff.	94.0 %		

Remarks and Technical features

Technology: HF transfo, IGBT
 Protection : IP 54, N*3R
 Control: LCD 2x16 char

Sizes: Width 340 mm
 Height 550 mm
 Depth 220 mm
 Weight 23.90 kg

Efficiency profile vs Output power



Characteristics of a grid inverter

Manufacturer, model : **KACO new energy, Powador 10.0 TL3**

Availability : Prod. from 2011

Data source : Manufacturer 2011

Input characteristics (PV array side)

Operating mode	MPPT			
Minimum MPP Voltage	Vmin	200 V	Nominal PV Power	Pnom DC 10.0 kW
Maximum MPP Voltage	Vmax	800 V	Maximum PV Power	Pmax DC 10.0 kW
Absolute max. PV Voltage	Vmax array	1000 V	Maximum PV Current	Imax DC N/A A
Min. Voltage for PNom	Vmin PNom	350 V	Power Threshold	Pthresh. 45 W
Multi MPPT capability	Number of MPPT inputs			2
Behaviour at Vmin/Vmax	Limitation			Limitation

Output characteristics (AC grid side)

Grid Voltage	Unom	400 V	Nominal AC Power	Pnom AC 9.0 kWac
Grid frequency	Freq	50/60 Hz	Maximum AC Power	Pmax AC 9.0 kWac
		Triphased	Nominal AC current	Inom AC 13.0 A
Maximum efficiency	Max Eff.	98.0 %	Maximum AC current	Imax AC N/A A
European average efficiency	Euro Eff.	97.4 %		

Remarks and Technical features

Internal DC switch:

Technology: Without transfo

Protection : IP 65

Control: TFT LCD

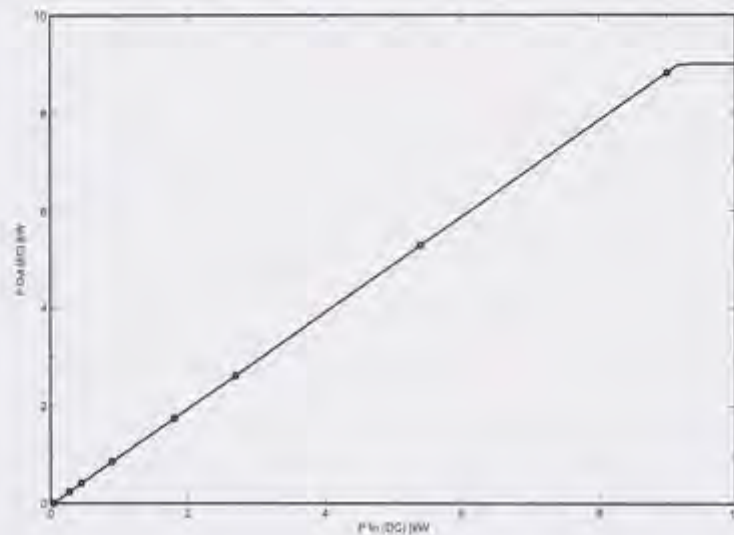
Sizes: Width 420 mm

Height 690 mm

Depth 200 mm

Weight 40.00 kg

Input/output diagram



Characteristics of a grid inverter

Manufacturer, model : **KACO new energy, Powador 10.0 TL3**

Availability : Prod. from 2011

Data source : Manufacturer 2011

Input characteristics (PV array side)

Operating mode		MPPT		
Minimum MPP Voltage	Vmin	200 V	Nominal PV Power	Pnom DC 10.0 kW
Maximum MPP Voltage	Vmax	800 V	Maximum PV Power	Pmax DC 10.0 kW
Absolute max. PV Voltage	Vmax array	1000 V	Maximum PV Current	Imax DC N/A A
Min. Voltage for PNom	Vmin PNom	350 V	Power Threshold	Pthresh 45 W
Multi MPPT capability			Number of MPPT inputs	2
Behaviour at Vmin/Vmax		Limitation	Behaviour at Pnom	Limitation

Output characteristics (AC grid side)

Grid Voltage	Unom	400 V	Nominal AC Power	Pnom AC 9.0 kWac
Grid frequency	Freq	50/60 Hz	Maximum AC Power	Pmax AC 9.0 kWac
		Triphased	Nominal AC current	Inom AC 13.0 A
Maximum efficiency	Max Eff.	98.0 %	Maximum AC current	Imax AC N/A A
European average efficiency	Euro Eff.	97.4 %		

Remarks and Technical features

Internal DC switch,

Technology: Without transfo

Protection : IP 65

Control: TFT LCD

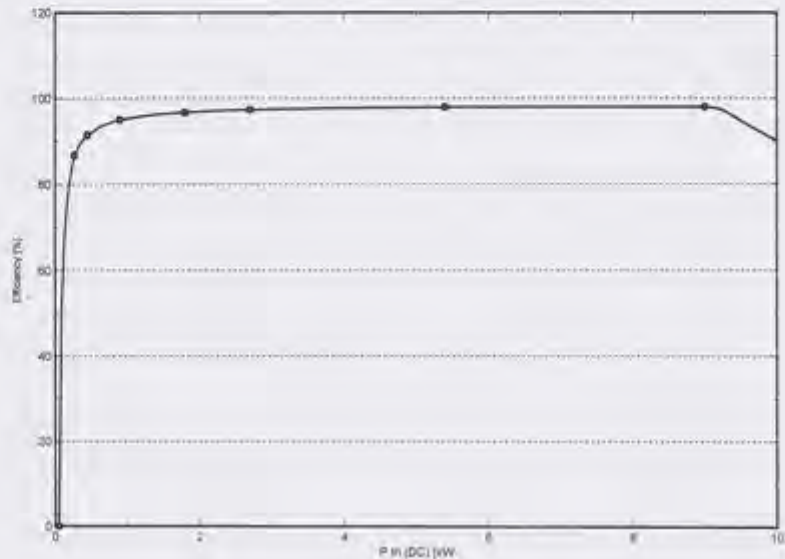
Sizes: Width 420 mm

Height 690 mm

Depth 200 mm

Weight 40.00 kg

Efficiency profile vs Input power



Characteristics of a grid inverter

Manufacturer, model : **KACO new energy, Powador 10.0 TL3**

Availability : Prod. from 2011

Date source : Manufacturer 2011

Input characteristics (PV array side)

Operating mode	MPPT			
Minimum MPP Voltage	Vmin	200 V	Nominal PV Power	Pnom DC 10.0 kW
Maximum MPP Voltage	Vmax	800 V	Maximum PV Power	Pmax DC 10.0 kW
Absolute max. PV Voltage	Vmax array	1000 V	Maximum PV Current	Imax DC N/A A
Min. Voltage for PNom	Vmin PNom	350 V	Power Threshold	Pthresh 45 W
Multi MPPT capability			Number of MPPT inputs	2
Behaviour at Vmin/Vmax	Limitation		Behaviour at Pnom	Limitation

Output characteristics (AC grid side)

Grid Voltage	Unom 400 V	Nominal AC Power	Pnom AC 9.0 kWac
Grid frequency	Freq 50/60 Hz	Maximum AC Power	Pmax AC 9.0 kWac
	Triphased	Nominal AC current	Inom AC 13.0 A
Maximum efficiency	Max Eff 98.0 %	Maximum AC current	Imax AC N/A A
European average efficiency	Euro Eff. 97.4 %		

Remarks and Technical features

Internal DC switch

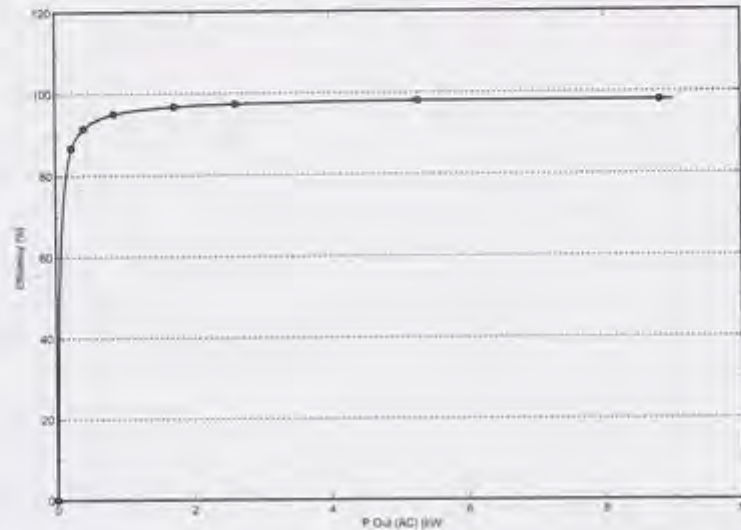
Technology: Without transfo

Protection : IP 65

Control: TFT LCD

Sizes: Width 420 mm
 Height 690 mm
 Depth 200 mm
 Weight 40.00 kg

Efficiency profile vs Output power



Characteristics of a grid inverter

Manufacturer, model : **KACO new energy, Powador XP100-HV**

Availability : Prod. from 2008

Data source : Manufacturer 2010

Input characteristics (PV array side)

Operating mode	MPPT				
Minimum MPP Voltage	Vmin	450 V	Nominal PV Power	Pnom DC	100 kW
Maximum MPP Voltage	Vmax	800 V	Maximum PV Power	Pmax DC	110 kW
Absolute max. PV Voltage	Vmax array	950 V	Maximum PV Current	Imax DC	N/A A
Min. Voltage for PNom	Vmin PNom	450 V	Power Threshold	Pthresh.	500 W
Behaviour at Vmin/Vmax	Limitation		Behaviour at Pnom	Limitation	

Output characteristics (AC grid side)

Grid Voltage	Unom	380 V	Nominal AC Power	Pnom AC	100 kWac
Grid frequency	Freq	50/60 Hz	Maximum AC Power	Pmax AC	100 kWac
		Triphased	Nominal AC current	Inom AC	153 A
Maximum efficiency	Max Eff.	97.1 %	Maximum AC current	Imax AC	153 A
European average efficiency	Euro Eff.	96.5 %			

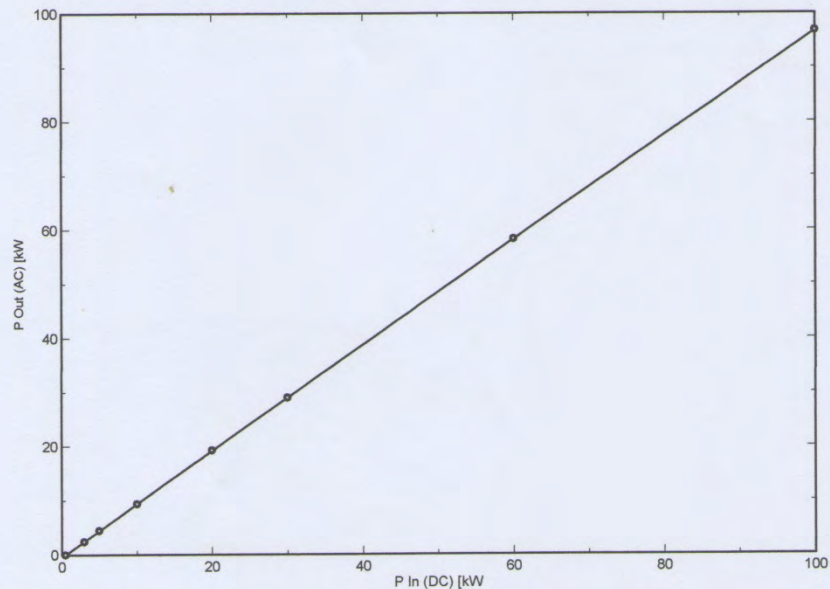
Remarks and Technical features

Array isolation monitoring, Internal DC switch,
Output Voltage disconnect adjustment,

Technology:
Protection : IP 21
Control: TFT LCD touchscreen

Sizes: Width 1200 mm
Height 2120 mm
Depth 920 mm
Weight 120.00 kg

Input/output diagram



Characteristics of a grid inverter

Manufacturer, model : **KACO new energy, Powador XP100-HV**

Availability : Prod. from 2008

Data source : Manufacturer 2010

Input characteristics (PV array side)

Operating mode	MPPT			
Minimum MPP Voltage	Vmin	450 V	Nominal PV Power	Pnom DC 100 kW
Maximum MPP Voltage	Vmax	800 V	Maximum PV Power	Pmax DC 110 kW
Absolute max. PV Voltage	Vmax array	950 V	Maximum PV Current	Imax DC N/A A
Min. Voltage for PNom	Vmin PNom	450 V	Power Threshold	Pthresh. 500 W
Behaviour at Vmin/Vmax	Limitation		Behaviour at Pnom	Limitation

Output characteristics (AC grid side)

Grid Voltage	Unom 380 V	Nominal AC Power	Pnom AC 100 kWac
Grid frequency	Freq 50/60 Hz Triphased	Maximum AC Power	Pmax AC 100 kWac
Maximum efficiency	Max Eff. 97.1 %	Nominal AC current	Inom AC 153 A
European average efficiency	Euro Eff. 96.5 %	Maximum AC current	Imax AC 153 A

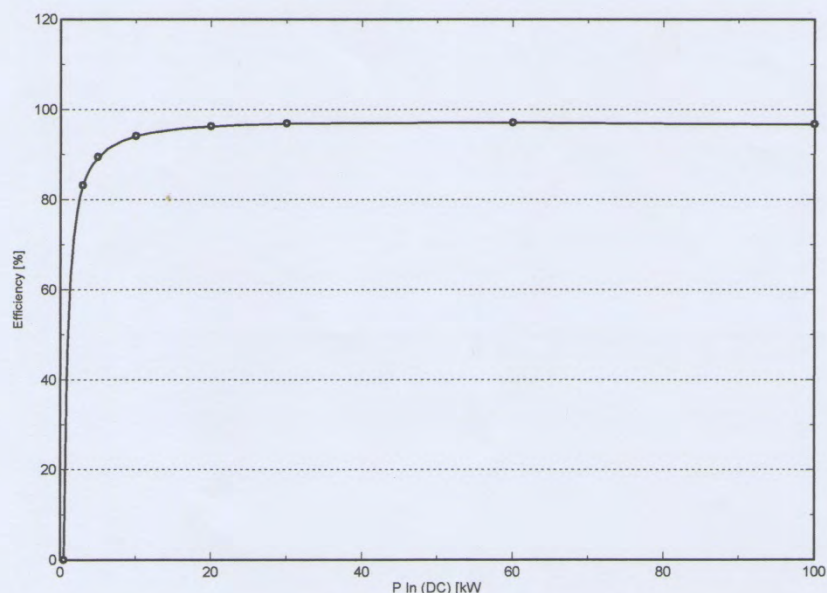
Remarks and Technical features

Array isolation monitoring, Internal DC switch,
Output Voltage disconnect adjustment,

Technology:
Protection : IP 21
Control: TFT LCD touchscreen

Sizes: Width 1200 mm
Height 2120 mm
Depth 920 mm
Weight 120.00 kg

Efficiency profile vs Input power



Characteristics of a grid inverter

Manufacturer, model : **KACO new energy, Powador XP100-HV**

Availability : Prod. from 2008

Data source : Manufacturer 2010

Input characteristics (PV array side)

Operating mode	MPPT				
Minimum MPP Voltage	Vmin	450 V	Nominal PV Power	Pnom DC	100 kW
Maximum MPP Voltage	Vmax	800 V	Maximum PV Power	Pmax DC	110 kW
Absolute max. PV Voltage	Vmax array	950 V	Maximum PV Current	Imax DC	N/A A
Min. Voltage for PNom	Vmin PNom	450 V	Power Threshold	Pthresh.	500 W
Behaviour at Vmin/Vmax	Limitation		Behaviour at Pnom	Limitation	

Output characteristics (AC grid side)

Grid Voltage	Unom	380 V	Nominal AC Power	Pnom AC	100 kWac
Grid frequency	Freq	50/60 Hz	Maximum AC Power	Pmax AC	100 kWac
		Triphased	Nominal AC current	Inom AC	153 A
Maximum efficiency	Max Eff.	97.1 %	Maximum AC current	Imax AC	153 A
European average efficiency	Euro Eff.	96.5 %			

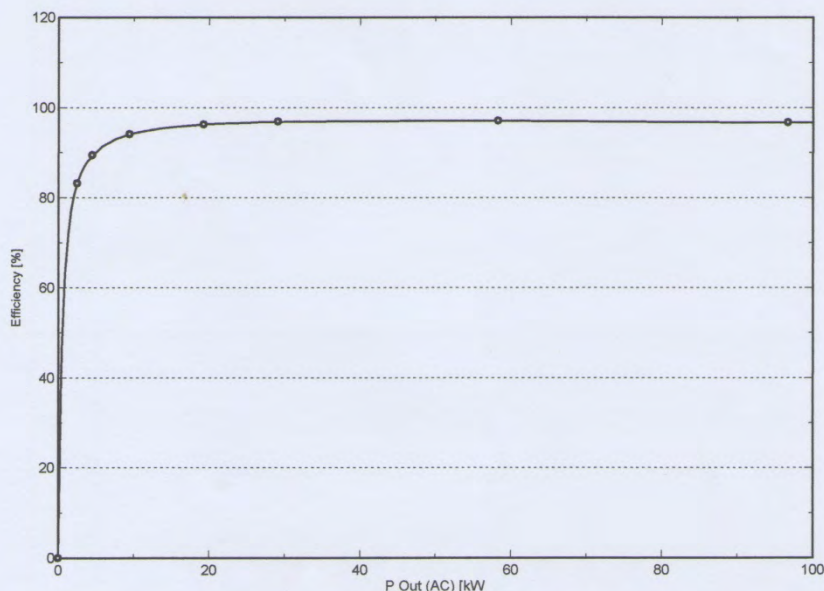
Remarks and Technical features

Array isolation monitoring, Internal DC switch,
Output Voltage disconnect adjustment,

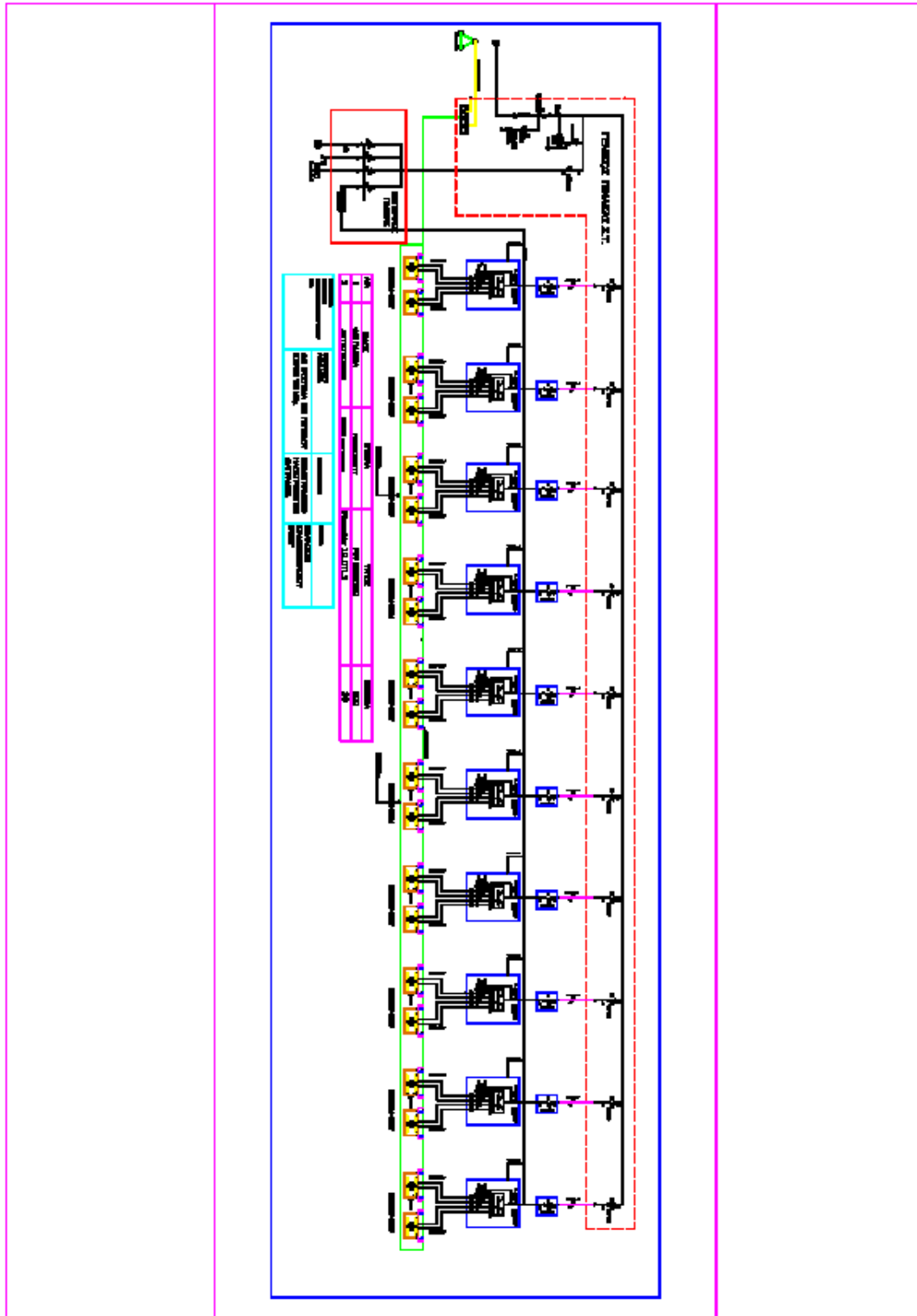
Technology:
Protection : IP 21
Control: TFT LCD touchscreen

Sizes: Width 1200 mm
Height 2120 mm
Depth 920 mm
Weight 120.00 kg

Efficiency profile vs Output power



ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ

1. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
2. Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας
3. Ινστιτούτο Τεχνολογίας & Εφαρμογών Στερεών Καυσίμων
4. Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής,
Δικτυακός Τόπος Διαβουλεύσεων
5. ΕΛΟΤ HD 384 : Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις
6. ΚΕΝΑΚ(Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων),Σχέδιο
Κοινής Υπουργικής Απόφασης
7. Πανελλήνια Ομοσπονδία Σωματείων Εργοληπτών Ηλεκτρολόγων
Π.Ο.Σ.Ε.Η
8. Εμπορικό και Βιομηχανικό Επιμελητήριο Αθηνών
9. ΔΕΣΜΗΕ, Μηνιαίο Δελτίο Ενέργειας, Δεκέμβριος 2007
10. Ευρωπαϊκή Επιτροπή Περιβάλλοντος,2007
11. Ελληνική Επιτροπή Φωτισμού
12. Εθνικό Σύστημα Διαπίστευσης
13. Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης
14. Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού
15. Επίβλεψη Δανείων Τραπεζικών Συναλλαγών
16. Βιοτεχνικό Επιμελητήριο Αθηνών
17. Βιοτεχνικό Επιμελητήριο Πειραιά
18. Δίκτυο ΠΡΑΞΗ,μέλος του Enterprise Europe Network Hellas
19. “Ενεργειακός σχεδιασμός στην προοπτική του 2020”,Παντελής
Κάπρος.Περιοδικό : Energy point,τεύχος 29-Δεκέμβριος 2009
20. “Η συμβολή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη δημιουργία νέων θέσεων
εργασίας”, Έρευνα-Συγγραφή : Στέλιος Ψωμάς, Σύμβουλος Συνδέσμου
Εταιριών Φωτοβολταϊκών (ΣΕΦ),Φεβρουάριος 2005
21. “Μελέτη κόστους-οφέλους για τη μεγάλη διείσδυση των φωτοβολταϊκών”,
Στάθης Τσελέπης(ΚΑΠΕ). Περιοδικό : Energy point,τεύχος 16-Οκτώβριος
2008
22. Β.Μπελεσιώτης “ΘΕΡΜΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ-Ανάλυση και
Σχεδιασμός”, ΕΗ-ΕΣ/ΕΚΕΦΕ “ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ”, υπό εκτύπωση
23. Αθανάσιος Τσικόγιας, Μηχανικός Προδιαγραφών, Διεύθυνση Ηλεκτρικής
Ισχύος, της εταιρίας Schneider Electric A.E.B.E.,Διπλωματούχος U.M.I.S.T.(
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Ηλεκτρονικών
Υπολογιστών),μέλος ΤΕΕ,ΙΕΤ και ΤΕ26 του ΕΛΟΤ
24. “Σημειώσεις Εργαστηρίου Φωτοτεχνείας” (2009),Γεώργιος Ιωαννίδης,
Επίκουρος Καθηγητής ΤΕΙ Πειραιά
25. Περιοδικό : σύγχρονη τεχνική επιθεώρηση-electrical,Τεύχος : 223,226
26. Περιοδικό : σύγχρονη τεχνική επιθεώρηση-mechanical,Τεύχος :
211,215,219,227

27. Περιοδικό : ΔΕΛΤΙΟ, Πανελληνίου Συλλόγου Διπλωματούχων Μηχανολόγων Ηλεκτρολόγων(Π.Σ.Δ.Μ-Η.), Τεύχος :424, 426,427,431,432,436,439,440
28. Μενδρινός Δ., και Καρύτσας Κ.,(2005) “Γεωθερμία, Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας, Εμπειρία ΚΑΠΕ” Μεταλλειολογικά Μεταλλουργικά Χρονικά, Τόμος 15,2,Ιουλ.-Δεκ. 2005,σελ 31-50
29. Νίκος Λόντος, Εμπορικός Διευθυντής-Διεύθυνση Ηλεκτρικής Ισχύος, της εταιρίας Schneider Electric A.E.B.E.,Διπλωματούχος Ε.Μ.Π (Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών),μέλος ΤΕΕ και GIGRE
30. Αικατερίνη Αρναούτη, Μηχανολόγος Μηχανικός, κάτοχος μεταπτυχιακού διπλώματος : Παραγωγής και Διαχείρισης Ενέργειας (ΕΜΠ),της εταιρίας : ΕΡΓΟΣΤΗΛ (Ομίλος ΒΙΟΧΑΛΚΟ),Διπλωματούχος Πανεπιστημίου Πατρών (Τμήμα Μηχανολόγων και Αεροναυπηγών Μηχανικών),μέλος ΤΕΕ
31. Καρύτσας Κ. και Μενδρινός Δ. (2004) “Αξιοποίηση της Γεωθερμικής Ενέργειας στην Ελλάδα και στην Ευρωπαϊκή Ένωση” 10^ο Διεθνές Συνέδριο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας,15-17 Απριλίου 2004,Θεσσαλονίκη
32. Δημούλιας Χάρης, *Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών.Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσ/νίκης*
33. Nousia Th., Souliotis M., Tripanagnostopoulos Y. and Yianoulis P.2002.Hybrid Photovoltaic/Thermal solar systems. Solar Energy 72,217-234
34. Kaldellis J.K., Critical evaluation of the hydropower applications in Greece,Renew.Sust.Energ.Rev.,12(1),218-234,2008
35. Calcagno P., Genter A., Huenges E., Kaltschmitt M., Karutsas C., Kohl T., Ledru P., Manzella A., Thorhalsson S. and van Wees J.D.(2008) “Results from ENGINE (Enhanced Geothermal Innovative for Europe)”-Poster/International Session, Geothermal Resources Council Geothermal Energy 2008 Conference and Expo October 5-8,2008,Reno,Nevada
36. Pouliantis C., et al., Energy and energy Conversion Systems for the 21st Century : Consideration for a Cleaner Future, Proceedings of the First International Conference on Environmental Research and Assessment,2003,Bucharest,Romania
37. Tripanagnostopoulos Y.Aspects and improvements of hybrid photovoltaic/thermal solar energy systems.Solar Energy 81(9),pp.1117-1131,(2007)
38. Kaldellis J.K., Zafirakis D., Kondili E. Contribution of lignite in the Greek electricity generation : Review and future prospects,Fuel,88(3),475-489,2009a
39. Karutsas C., Kontoleontos E., and Mendrinou D., (2009) “Electricity Generation From Low En-thalpy Geothermal Fluids” GES 2009-International Forum-“Geothermal Energy in the Spot-light”, December 11-12,2009,Thesaloniki,Greece
40. D.M.Kammen, K.Kapadia, and M.Fripp,”Putting Renewables to Work: How Many Jobs Can Energy Industry Generate? ” RAEL Report, University of California,Berkley,13 Apr. 2004

41. Sanner B., Karutsas C., Abry m., Coelho L.,Goldbrunner J., and Mendrinis D., (2007) "GROUNDHIT-Advancement in ground source heat pumps through EU support",Proceed-ings European Geothermal Congress 2007,Unterhaching,Germany,30 May-1 June 2007
42. Tonui J.K. and Tripanagnostopoulos Y., 2007.Improved PV/T solar collectors with heat extraction by natural or forced air circulation. *Renewable Energy* 32,623-637
43. Andritsos N.,Arvanitis A.,Papachristou M.,Futikas M. and Dalambakis P.,(2010) "Geothermal activities in Greece During 2005-2009" Accepted for the Proceedings of the World Geo-Thermal Congress 2010 Bali,Indonesia,25-29 April 2010
44. Zafirakis D., Kaldellis J.K.,Kondili E.,Simotas M.Optimum autonomous photovoltaic solution for the Greek islands on the basis of energy pay-back analysis,*Cleaner Production*,17(15),1311-1323,2009b
45. Battisti R.,Corrado A.,Souliotis M. and Tripanagnostopoulos Y. 2006.Performance,cost and Life-cycle assessment study of hybrid PVT/AIR solar systems.*Progress in Photovoltaic : Research and applications* 14,65-76
46. Mathioulakis E. and Belessiotis V.,Integration of solar still in a multi-source,multi-use environment,*Solar Energy*,Vol.75(5),2003,pp 355-347
47. Mendrinis D.,Choropanitis I.,Poluzou o.,and Karutsas C., (2009) "Exploring for Geother-mal Resources in Greece",Article in Press in *Geothermics* DOI 10.1016/j.geothermics.2009.11.002 (Date of Acceptance 5 Nov. 2009)
48. Tripanagnostopoulos Y.,Themelis P."The potential of effective PV application to schools in Greece" International Workshop EPEQUB,Milos,Greece,12-13 July (2007)
49. Zafirakis D., Kaldellis J.K.The wind energy (r)evolution : A short review of a long history,*Renew.Energ.*,36(7),1887-1901,2011
50. European Research Center
51. Energy Efficiency and Renewable Energy
52. Eurostat.Energy Statistics-Infracstructure,2010
53. [NPVTP],A calculation model for feed-in tariffs developed by the European Photovoltaic Technology Platform,downloadable at <http://www.eupvplatform.org/home.html#c1193>
54. U.S. Energy Information Administration(EIA).International Energy Outlook (IEO 2010)
55. ESTIF "Sun in Action",European Commission-DG XVII,ISBN 92-827-8720-6,EU,part I 1996,part II 2003
56. European Commission,SOLTHERM Project,"Quality Issues-Solar Thermal Installers"
57. European Commission,ALTENER Project "Dissemination of a European design tool for large solar hot water systems and upgrading into a certified instrument for the Netherlands",Contract No : XVII/4.1030/Z/96-018,1997-1999

58. ASHRAE, "Active Solar Heating Systems Installation Manual", ISBN 0-910110-78-6, USA, 1991
59. Solar Rating & Certification Corporation, "OG-300 Solar Water Heating System Installation Guidelines"
60. Shell International BV. Shell energy scenarios to 2050, published in 2008
61. EWEA, Wind at Work, January 2009, Windskill
62. International Energy Agency (IEA). Projected costs of generating electricity, IEA Publications, Paris, 2010
63. "An Implementation Plan for the Strategic Research Agenda of the European Photovoltaic Technology Platform", European Photovoltaic Technology Platform, August 2009
64. Marland et al., Global, Regional and National CO2 emissions. In Trends : A Compendium of Data on Global Change, 2007, CDIAC USA
65. Kim, S.H. Evaluation of negative environmental impacts of electricity generation : Neoclassical and institutional approaches, *Energ. Policy*, 35(1), 413-423, 2007
66. Lightfoot S. and Burchell J. Green hope or greenwash? The actions of the European Union at the World Summit on sustainable development. *Global Environmental Change Part A*, 14(4), 337-344, 2004
67. Martinez D.M., Ebenhack B.W. Understanding the role of energy consumption in human development through the use of saturation phenomena, *Energ. Policy*, 36(4), 1430-1435, 2008
68. Sternberg R. Hydropower's future, the environment, and global electricity systems. *Renew. Sust. Energ. Rev.*, 14(2), 713-723, 2010
69. Taylor P.G., Lavagne d'Ortigue O., Francoeur M.I., Trudeau N. Final energy use in IEA countries : The role of energy efficiency, *Energ. Policy*, 38(11), 6463-6474, 2010
70. UN Statistics Division, Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat 'World Population Prospects : The 2008 Revision', published in 2009
71. Zhelev T.K. 'Water conservation through energy management' *J. Cleaner Production*, 13(15), 1395-1404, 2005
72. Compa Solar Energy System

1. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>
2. <http://www.electrodomi.eu>
3. <http://www.eea.europa.eu>
4. <http://www.windskill.eu>
5. <http://www.eupvplatform.org>
6. <http://www.solar-rating.org>
7. <http://www.soltherm.org>
8. <http://www.un.org>
9. <http://www.leere.energy.gov>
10. http://www.kaco_newenergy.com

11. <http://www.koutsikossolar.com>
12. <http://www-static.shell.com>
13. <http://www.photowatt.com>
14. <http://www.inverter.com>
15. <http://www.pvsyst.com>
16. <http://www.solon.com>
17. <http://www.heliergia-photovoltaic.gr>
18. <http://www.paizanosenergy.gr>
19. <http://www.geovsolutions.gr>
20. <http://www.greenenergia.gr>
21. <http://www.help-forward.gr>
22. <http://www.selarenergy.gr>
23. <http://www.photodesmi.gr>
24. <http://www.cable-shop.gr>
25. <http://www.thrakisolar.gr>
26. <http://www.emimikos.gr>
27. <http://www.Alfa-Tec.gr>
28. <http://www.markidis.gr>
29. <http://www.rodosair.gr>
30. <http://www.helapco.gr>
31. <http://www.teicrete.gr>
32. <http://www.upatras.gr>
33. <http://www.poseh.gr>
34. <http://www.ypeka.gr>
35. <http://www.acsmi.gr>
36. <http://www.esyd.gr>
37. <http://www.acci.gr>
38. <http://www.esye.gr>
39. <http://www.bep.gr>
40. <http://www.elke.gr>
41. <http://aims.cres.gr>
42. <http://www.elot.gr>
43. <http://www.itep.gr>
44. <http://www.rae.gr>
45. <http://www.efeg.gr>
46. <http://www.dei.gr>