



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

**ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟΥ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ – ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ – ΠΑΡΟΥΣΙΑ
ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ PID**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΑΠΑΝΔΡΕΟΥ Β. ΜΑΡΙΟΣ

Επιβλέπων : **ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Θ. ΔΕΡΒΟΣ**
Καθ. ΕΜΠ, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχ/κων & Μηχ/κων Υπολογιστών

Αθήνα, Οκτώβριος 2013



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

**ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟΥ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟΥ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ – ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ – ΠΑΡΟΥΣΙΑ
ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ PID**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΑΠΑΝΔΡΕΟΥ Β. ΜΑΡΙΟΣ

Επιβλέπων : ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Θ. ΔΕΡΒΟΣ

Καθ. ΕΜΠ, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχ/κων & Μηχ/κων Υπολογιστών

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την.....

Αθήνα, Οκτώβριος 2013

.....
Κ.Θ. Δέρβος
Καθηγητής ΕΜΠ

.....
Καθηγητής ΕΜΠ

.....
Καθηγητής ΕΜΠ

.....
Μάριος Β. Παπανδρέου

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχ/κός Ηλεκτρονικών Υπολογιστών Ε.Μ.Π

Copyright © Μάριος Β. Παπανδρέου

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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 τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η εξέταση της απόδοσης Φ/Β εγκατάστασης, η οποία έχει επηρεαστεί από το φαινόμενο PID.

Αρχικά γίνεται μια αναφορά στα φωτοβολταϊκά με κάποια γενικά στοιχεία, αναλύεται η ηλιακή ακτινοβολία και ο τρόπος κατασκευής των φωτοβολταϊκών κυψελών και πανέλων. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στους παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την απόδοση των φωτοβολταϊκών καθώς επίσης και στο φαινόμενο PID.

Τέλος, γίνεται μελέτη τεσσάρων εγκαταστάσεων, δύο 10kWp, μια 5kWp και μια 1,5MWp, οι οποίες επηρεάστηκαν από το φαινόμενο PID. Έγιναν οι μετρήσεις για την ανίχνευση του προβλήματος και σε μερικές από τις εγκαταστάσεις λήφθηκαν μέτρα για την αντιμετώπισή του.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

φωτοβολταϊκή εγκατάσταση, απόδοση φωτοβολταϊκών, πλαίσιο, αναστροφέας, συστοιχία, PID, ονομαστική ισχύς, ισχύς ανοικτού κυκλώματος, τάση ανοικτού κυκλώματος, ρεύμα βραχυκύκλωσης, ανιχνευτής σημείου μέγιστης ισχύος.

ABSTRACT

The scope of this thesis was to examine the performance of PV installation, which has been affected by the phenomenon PID.

In the beginning, there is a reference to photovoltaics with some general information, analyzed the solar radiation and the method of construction of photovoltaic cells and panel. Then there is a reference to the factors that influence the performance of photovoltaic as well as the phenomenon PID.

Finally, there is a study of four PV installation, two 10kWp, one 5kWp and one 1,5 MWp, which were affected by the phenomenon PID. Measurements were made to detect the problem and in some of the installations steps were taken to solve the problem.

KEYWORDS

photovoltaic installment, PV performance, module, inverter, string, , PID, nominal power, open circuit power, open circuit voltage, short circuit current, maximum power point tracker (MPPT)

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλλαν στην εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας:

Τον κ. Κωνσταντίνο Θ. Δέρβο, Καθηγητή του Τομέα Συστημάτων Μετάδοσης Πληροφορίας και Τεχνολογίας Υλικών του Ε.Μ.Π. για την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπό μου με την ανάθεση της παρούσας διπλωματικής εργασίας και την πολύτιμη βοήθειά του για την υλοποίησή της.

Τον Ιωάννη Π. Σταθόπουλο, Διπλωματούχο Ηλεκτρολόγο Μηχανικό Ε.Μ.Π. που μου επέτρεψε να βρεθώ στο χώρο των εγκαταστάσεων και με βοήθησε να απαντήσω σε όλα τα ερωτήματα που προέκυψαν πάνω στις φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις και στο φαινόμενο PID.

Τον Γεώργιο Μ. Μυλωνάκη, Διευθύνων Σύμβουλος της TÜV Rheinland, που μου επέτρεψε να συμμετέχω στις επιθεωρήσεις, όπου έγιναν και όλες οι απαιτούμενες μετρήσεις για την διπλωματική αυτή εργασία.

Την οικογένειά μου και τους φίλους μου για όλη την υποστήριξη και βοήθεια που μου παρέιχαν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Οι εκθέσεις τεχνικού ελέγχου που παρουσιάζονται στην παρούσα διπλωματική εργασία συντάχθηκαν από εμένα. Παρόντες κατά τη διάρκεια της επιθεώρησης στο χώρο των εγκαταστάσεων ήταν:

Ο κ. Κωνσταντίνος Θ. Δέρβος, Καθηγητής του Τομέα Συστημάτων Μετάδοσης Πληροφορίας και Τεχνολογίας Υλικών του Ε.Μ.Π.

Ο Ιωάννης Π. Σταθόπουλος, Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός Ε.Μ.Π. και επιθεωρητής για την TÜV Rheinland Hellas

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελ.
Περίληψη.....	5
Abstract.....	6
Ευχαριστίες.....	7
Περιεχόμενα.....	9
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή.....	11
1.1 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.....	12
1.2 Ηλιακή Ενέργεια.....	13
1.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα Ηλικάης Ενέργειας.....	14
Κεφάλαιο 2: Ηλικάκη Ακτινοβολία.....	17
2.1 Σύσταση του ήλιου.....	17
2.2 Γεωμετρία Ήλιου – Γης.....	18
2.3 Ηλικάκη ακτινοβολία που καταλήγει στη γη.....	21
2.4 Μέτρηση Ηλικάης Ακτινοβολίας.....	26
Κεφάλαιο 3: Ηλικά Στοιχεία.....	29
3.1 Ημιαγωγοί.....	29
3.2 Ένωση επαφής p-n (δίοδος).....	31
3.3 Φωτοβολταϊκό Φαινόμενο.....	34
3.4 Φωτοβολταϊκές Κυψέλες.....	36
3.4.1 Ηλεκτρικό ισοδύναμο φωτοβολταϊκού στοιχείου.....	38
3.4.2 Συνθήκες ανοιχτοκύκλωσης – βραχυκύκλωσης – φόρτισης.....	41
3.4.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την I-V χαρακτηριστική.....	42
3.5 Φωτοβολταϊκό πανέλο.....	45
3.5.1 Εσωτερική σύνδεση πανέλων.....	46
3.5.1.1 Παράλληλη σύνδεση.....	46
3.5.1.2 Σύνδεση σε σειρά.....	47
3.5.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση και την παραγόμενη ισχύ ενός ΦΒ πανέλου – πάρκου.....	49
3.6 Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών πανέλων.....	54
3.7 Σκίαση – Κατασκευαστικές λεπτομέρειες.....	55
Κεφάλαιο 4: Αναστροφέας (Inverter) – Μετατροπέας.....	59
4.1 Αναστροφέας.....	59
4.1.1 Κατηγορίες Αναστροφέων.....	61
4.1.2 Χαρακτηριστικά Αναστροφέα.....	62
Κεφάλαιο 5: Φαινόμενο PID.....	65

5.1 Αιτίες που προκαλούν το PID.....	65
5.1.1 Περιβαλλοντικοί παράγοντες.....	66
5.1.2 Ηλιακό Κύτταρο.....	67
5.1.3 Φωτοβολταϊκό πανέλο.....	68
5.1.4 Φωτοβολταϊκό Σύστημα.....	69
Κεφάλαιο 6: Φωτοβολταϊκή Εγκατάσταση10kWp – Αυλίδα.....	73
Κεφάλαιο 7: Φωτοβολταϊκή Εγκατάσταση5kWp – Αυλίδα.....	83
Κεφάλαιο 8: Φωτοβολταϊκή Εγκατάσταση10kWp – Τήνος.....	89
Κεφάλαιο 9: Φωτοβολταϊκή Εγκατάσταση1,5MWp – Αμαλιάδα.....	99
Κεφάλαιο 10: Επίλογος – Συμπεράσματα.....	131
Βιβλιογραφία.....	132
Παραρτήματα.....	133

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1 Ανανεώσιμες πηγές Ενέργειας

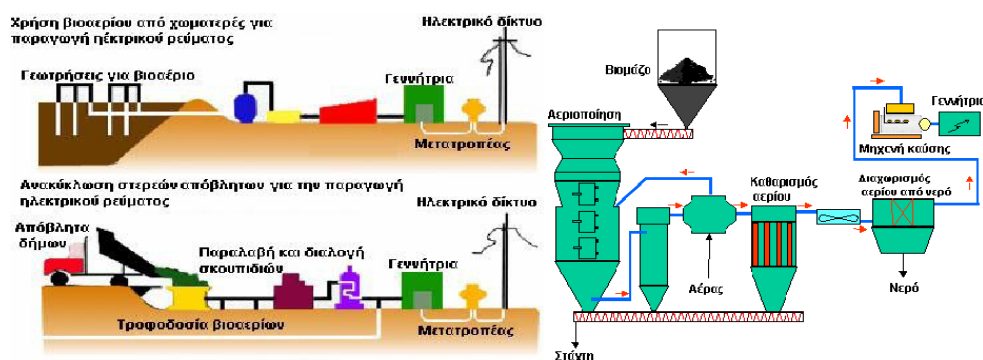
Μια σημαντική αλλαγή που επηρέασε σημαντικά την ανθρωπότητα, μετά τη βιομηχανική επανάσταση, είναι η παραγωγή και η χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας. Για πολλά χρόνια, ο κυριότερος τρόπος παραγωγής της ενέργειας ήταν με την καύση του ορυκτού πλούτου, (πετρελαίου, φυσικού αερίου, κάρβουνου κτλ). Ο ορυκτός πλούτος όμως είναι μη ανανεώσιμος, γι αυτό και το μεγαλύτερο ποσοστό των αποθεμάτων έχει καταναλωθεί. Γι' αυτό και ο άνθρωπος σταμάτησε να στηρίζεται αποκλειστικά σε αυτές τις μεθόδους παραγωγής ενέργειας και τα τελευταία χρόνια στράφηκε στην εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Στις μέρες μας χρησιμοποιείται αρκετά η παραγωγή ενέργειας από υδροηλεκτρικούς σταθμούς αλλά τώρα ξεκίνησαν να στρέφονται και σε άλλες μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, έγιναν πλέον πολύ διαδεδομένες, αφού υπάρχουν κατανεμημένες σε όλη τη γη, σε αντίθεση με τον ορυκτό πλούτο που βρίσκεται μόνο σε μερικές περιοχές. Έτσι οι ΑΠΕ μπορούν να εκμεταλλευτούν από όλους. Οι κυριότερες μορφές ΑΠΕ είναι:

- Ηλιακή ενέργεια



- Βιομάζα



➤ Αιολική ενέργεια



➤ Γεωθερμική ενέργεια



- Νερό (υδατόπτωση, κύματα ωκεανών, παλίρροιες, θερμοκρασιακές διαφορές του νερού, ενέργεια των θαλάσσιων ρευμάτων)



Επίσης, ένα άλλο σημαντικό φαινόμενο που προβληματίζει τον πλανήτη μας την περίοδο αυτή, είναι η ατμοσφαιρική ρύπανση, δηλαδή η παρουσία διαφόρων ουσιών στην ατμόσφαιρα οι οποίες προκαλούν διάφορες αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία και σε όλο το οικοσύστημα. Με την εκμετάλλευση όμως των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και την αποφυγή των καύσεων, αποφεύγεται και η εκπομπή ρύπων στην ατμόσφαιρα. Έτσι έχουμε διπλό όφελος.

1.2 Ηλιακή Ενέργεια

Μια πολύ καλή ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, με την οποία θα ασχοληθούμε στην παρούσα εργασία, είναι η ηλιακή ενέργεια. Κάθε κιλοβατώρα ενέργειας που παράγεται από φωτοβολταϊκά, συνεπάγεται με αποφυγή εκπομπής 1,3 τόνων διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, αφού αποφεύγεται η κάυση πετρελαίου για την ισοδύναμη παραγωγή ενέργειας. Στη συνέχεια παρατίθεται πίνακας που δείχνει την ποσότητα ρύπων που αποφεύγεται από κάθε ηλιακή κιλοβατώρα:

Υποκατάσταση	Αποφυγή εκλύομένων ρύπων (σε gr) Ανά ηλιακή κιλοβατώρα			
	CO ₂	SO ₂	NO _x	PM ₁₀
Ληνίτη	1.482	1-1,8	1,17-1,23	1,1
Πετρελαίου (χαμηλού θείου)	830	3,5	1,5	0,34
Φυσικού αερίου	475	0,017	0,6	-
Μέσου ενεργειακού μείγματος χώρου	1.062	CO ₂ = Διοξείδιο του άνθρακα SO ₂ = Διοξείδιο του θείου NO _x = Οξείδιο του αζώτου PM ₁₀ = Μικροσωματίδια		

Η ηλιακή ενέργεια, μπορεί να αξιοποιηθεί με δύο τρόπους, είτε με τη θερμότητα είτε με τη μετατροπή της σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω του μηχανισμού των φωτοβολταϊκών. Τα φωτοβολταϊκά, χρησιμοποιούνται στις μέρες μας σε διάφορες εφαρμογές, από την πιο μικρή συσκευή μέχρι και διαστημικές εφαρμογές (υπολογιστικές μηχανές τσέπης, ηλιακοί θερμοσίφωνες, φωτοβολταϊκά πάρκα, παραγωγή ενέργειας σε δορυφόρους, κτλ). Πιο αναλυτικά, χρησιμοποιούνται στις πιο κάτω εφαρμογές:

- Σε σύστημα άντλησης νερού
- Σε σύστημα ψύξης
- Σε εγκατάσταση φωτισμού
- Σε σταθμούς φόρτισης μπαταριών
- Σε συστήματα ηλιακών σπιτιών, για την παροχή ισχύος στα διάφορα φορτία

1.3 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα Ηλιακής ενέργειας

Η χρήση της ηλιακής ενέργειας και η μετατροπή της σε ηλεκτρική, έχει μερικά μειονεκτήματα, αλλά κυρίως έχει πλεονεκτήματα. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα, αναλύονται πιο κάτω:

- Είναι μια ανανεώσιμη - απεριόριστη πηγή ενέργειας, αφού ο ήλιος “πάντα” θα υπάρχει
- Τα ηλιακά στοιχεία που χρησιμοποιούνται για τη μετατροπή της ηλιακής σε ηλεκτρική ενέργεια, έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής (20 – 25 χρόνια)
- Είναι εύχρηστα και σε μικρά συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν από τους ίδιους τους χρήστες.
- Μπορούν να εγκατασταθούν μέσα στις πόλεις και δεν προσβάλλουν αισθητικά το περιβάλλον. Επίσης δεν προκαλούν καθόλου θόρυβο και έτσι δεν έχουμε ούτε ηχορύπανση.
- Η φωτοβολταϊκή μετατροπή δεν προκαλεί ρύπανση στο περιβάλλον, ούτε καμιά άλλη επιβάρυνση στο περιβάλλον, αφού δεν έχουμε καθόλου εκπομπές αερίων.
- Τα ηλιακά στοιχεία, δεν χρειάζεται να είναι συνέχεια υπό επίβλεψη και συντήρηση. Σε περίπτωση βλάβης, η επισκευή – συντήρηση, γίνεται ευκολα και οικονομικά.
- Μπορεί να δημιουργηθεί μια εγκατάσταση μετατροπής ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική, με όση ισχύ χρειάζεται. Ανάλογα με το φορτίο που θα τροφοδοτηθεί, μπορούμε να έχουμε και την αντίστοιχη ισχύ στην εγκατάσταση. Μας δίνεται ακόμα η δυνατότητα επέκτασης μιας φωτοβολταϊκής εγκατάστασης, σε περίπτωση ανάγκης,
- Επίσης, μπορεί να υπάρξουν φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις και συνδεδεμένες με το δίκτυο αλλά και αυτόνομες. Γι’ αυτό μπορούμε να έχουμε μια φωτοβολταϊκή εγκατάσταση σε απομακρυσμένη περιοχή, απομονωμένη από

το κεντρικό δίκτυο, έτσι ώστε να τροφοδοτούνται απομακρυσμένες και απομονωμένες περιοχές.

- Μπορούν να λειτουργήσουν παράλληλα με άλλες μονάδες παραγωγής και δεν καταναλώνουν καθόλου καύσιμο κατά τη λειτουργία τους.

Εκτός όμως από τα πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών, έχουν και μερικά μειονεκτήματα, τα οποία φαίνονται πιο κάτω:

- Το κόστος κατασκευής των ηλιακών κυψελών αλλά και της εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών, είναι αρκετά υψηλό. Βέβαια, έχει μειωθεί σε μεγάλο βαθμό με την πάροδο των χρόνων, αλλά ακόμα έχει ένα αρκετό υψηλό κόστος.
- Η παραγωγή ενέργειας δεν είναι σταθερή, αφού η ηλιακή ενέργεια εξαρτάται άμεσα από τις καιρικές συνθήκες και από την ηλιοφάνεια. Επίσης παράγουν ενέργεια μόνο τη μέρα, αφού τη νύχτα δεν έχει ήλιο. Έτσι μπορούμε να τροφοδοτήσουμε φορτία μόνο κατά τη διάρκεια της ηλιοφάνειας, εκτός και αν έχουμε συσσωρευτές στην εγκατάσταση μας, για να αποθηκεύουμε την ενέργεια και να τη χρησιμοποιούμε όταν χρειάζεται.
- Επειδή η απόδοση των φωτοβολταϊκών είναι χαμηλή, χρειάζονται μεγάλες εκτάσεις γης για την τοποθέτηση τους σε μια εγκατάσταση.

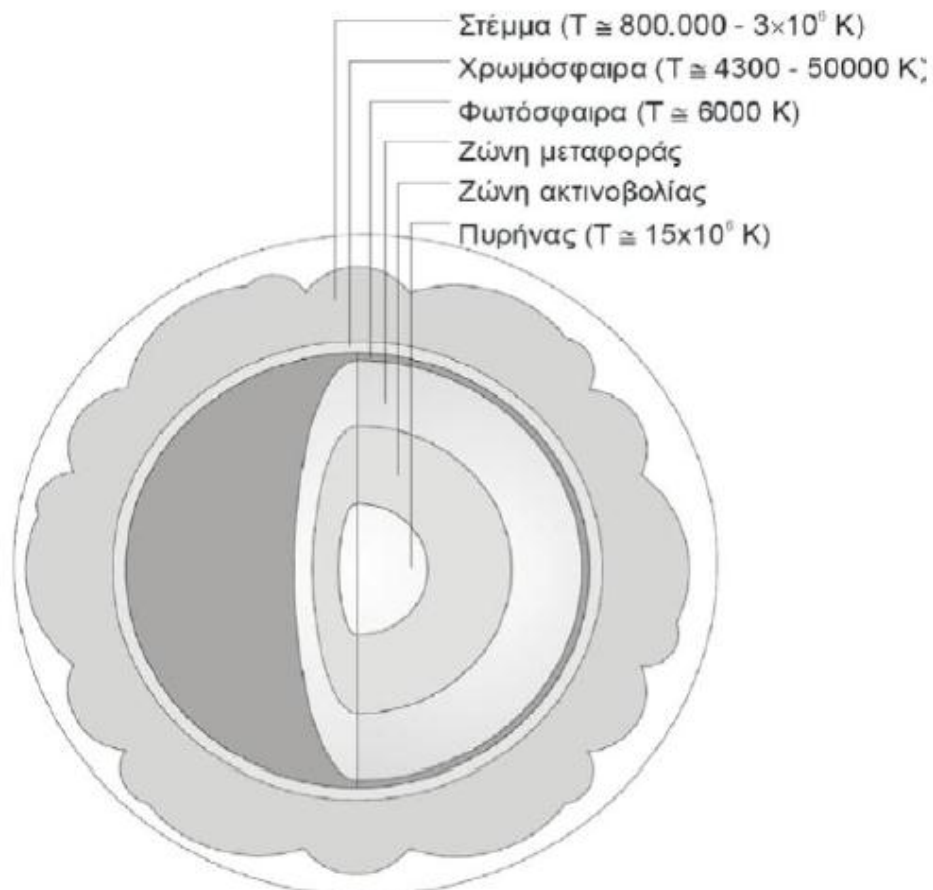
Κεφάλαιο 2: Ηλιακή Ακτινοβολία

2.1 Σύσταση του ήλιου

Για να διατηρηθεί η ζωή σε ένα πλανήτη, απαραίτητες προϋποθέσεις είναι η ύπαρξη φωτός και θερμότητας. Για τον πλανήτη Γη, η βασική πηγή θερμότητας και φωτός είναι ο ήλιος.

Ο Ήλιος είναι μια πύρινη σφαίρα, η οποία έχει ακτίνα 100 φορές μεγαλύτερη από την ακτίνα της Γης (περίπου 700000 km) και μάζα 300000 φορές μεγαλύτερη από αυτή της Γης και απέχει $1,5 \cdot 10^{11}$ m από τη Γη. Αποτελείται από 74% υδρογόνο, 25% ήλιο και 1% από μείγμα άλλων χημικών στοιχείων. Οι θερμοπυρηνικές αντιδράσεις που γίνονται στο εσωτερικό του, προκαλούν τη μετατροπή του υδρογόνου σε ήλιο και η μάζα που χάνεται, μετατρέπεται σε ενέργεια, η οποία διαδίδεται με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.

Στο πιο κάτω σχήμα φαίνεται η δομή του ήλιου, όπως είναι χωρισμένος στα διαφορετικά του μέρη:



Τα δομικά μέρη του ήλιου.

Στο κέντρο της σφαίρας, όπως φαίνεται και στο σχήμα, βρίσκεται ο πυρήνας, ο οποίος έχει ακτίνα $0,23R$ (όπου R η ακτίνα του Ήλιου). Στον πυρήνα ανήκει το 40% της μάζας του Ήλιου και εκεί παράγεται και το 99% της ενέργειας του. Η θερμοκρασία του πυρήνα φτάνει τους $8 - 40 \cdot 10^6$ K και η πυκνότητα του είναι $80 - 150 \text{ g/cm}^3$.

Στην περιοχή με ακτίνα $0,23R - 0,7R$, έχουμε τη ζώνη ακτινοβολίας, στην οποία έχουμε μεταφορά ενέργειας κυρίως με ακτινοβολία. Η ζώνη ακτινοβολίας έχει θερμοκρασία περίπου $1,3 \cdot 10^5$ K, και πυκνότητα $0,07 \text{ g/cm}^3$.

Για ακτίνα $0,7R - 0,99R$, έχουμε τη ζώνη συναγωγής, όπου γίνονται οι μεταγωγικές διεργασίες μεταφοράς της ενέργειας προς την επιφάνεια της σφαίρας. Η θερμοκρασία της περιοχής αυτής μειώνεται και καταλήγει γύρω στους 5777 K στην επιφάνεια, ενώ η πυκνότητα φτάνει στα 10^{-8} g/cm^3 στην επιφάνεια. Τα πιο πάνω αποτελούν το εσωτερικό του ήλιου. Κατ' επέκταση του εσωτερικού του ήλιου, συναντάμε τη φωτόσφαιρα, τη χρωμόσφαιρα, το ηλιακό στέμμα, την ηλιόσφαιρα και τέλος τον ηλιακό άνεμο.

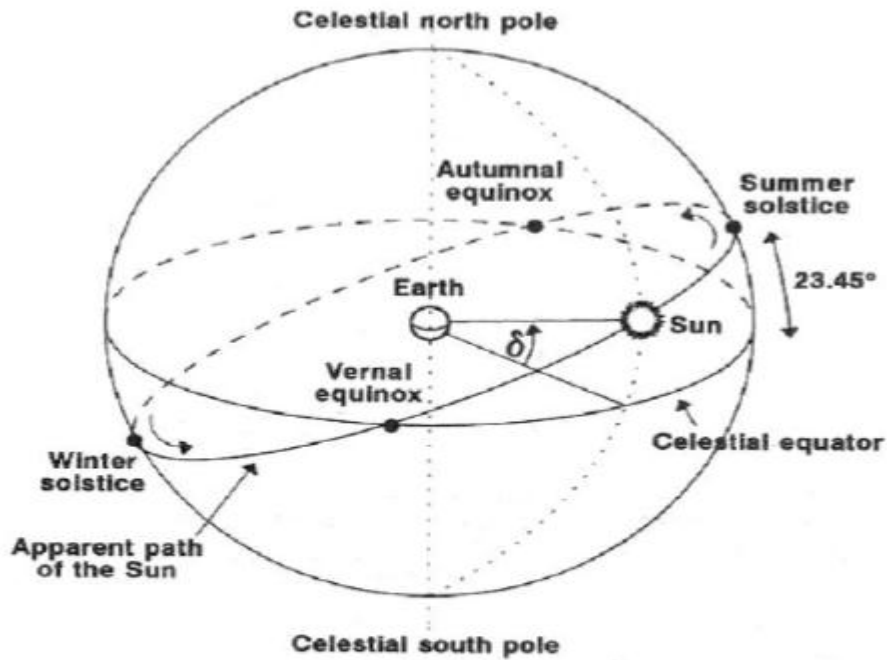
Στη συνέχεια θα μελετηθεί η ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται το επίπεδο της επιφάνειας της γης. Για να υπολογιστεί όμως πρέπει να είναι γνωστή η θέση του ήλιου. Ακολουθεί η ανάλυση κάποιων χαρακτηριστικών του ήλιου, σε σχέση με τη Γη, οι οποίοι θα χρησιμοποιηθούν για τους διάφορους υπολογισμούς.

2.2 Γεωμετρία Ήλιου – Γης

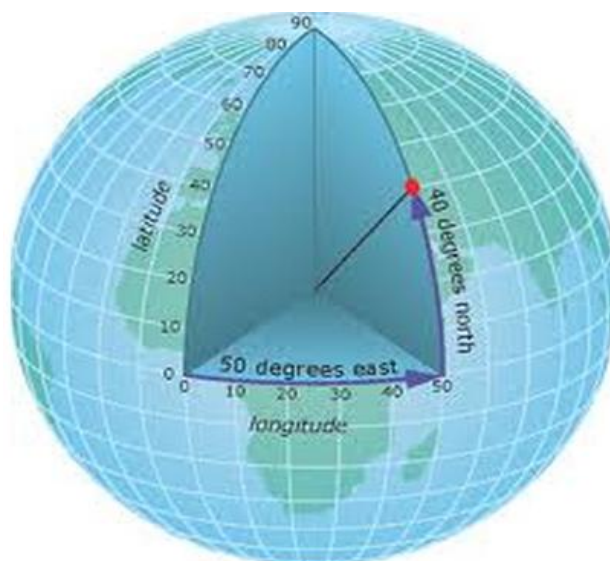
Η Γη, όπως γνωρίζουμε, περιστρέφεται γύρω από τον ήλιο, σε μια ελλειπτική τροχιά, πάνω σε ένα επίπεδο, το οποίο ονομάζουμε εκλειπτικό επίπεδο. Εκτός όμως από την περιστροφή της γύρω από τον ήλιο, η γη περιστρέφεται και γύρω από τον πολικό της άξονα. Για μια πλήρη περιστροφή της γύρω από τον ήλιο χρειάζονται 365 μέρες ενώ για μια περιστροφή της γύρω από τον άξονα της, χρειάζονται 24 ώρες. Η γωνιά που σχηματίζει ο πολικός άξονας της γης και το εκλειπτικό επίπεδο, είναι σταθερή και ίση με $23,45^\circ$. Η γωνιά όμως που σχηματίζεται από το επίπεδο του ουράνιου ισημερινού και τη γραμμή που ενώνει το κέντρο της Γης με το κέντρο του Ήλιου, μεταβάλλεται συνεχώς, καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Η γωνιά αυτή ονομάζεται ηλιακή απόκλιση (δ) και λαμβάνει τιμές από $+23,45$ μέχρι $-23,45$. Η σχέση που μας δίνει την ηλιακή απόκλιση, για οποιαδήποτε μέρα, είναι η εξής:

$$\delta = 23.45^\circ \sin\left[\frac{360}{365} \cdot (DoY + 284)\right]$$

Όπου, DoY : μέρα του χρόνου



Για να προσδιοριστεί η θέση του ήλιου, ως προς μια συγκεκριμένη τοποθεσία πάνω στη γη, πρέπει πρώτα να προσδιοριστεί που είναι η τοποθεσία αυτή. Αυτό ορίζεται χρησιμοποιώντας δύο σφαιρικές συντεταγμένες, το γεωγραφικό πλάτος και το γεωγραφικό μήκος. Και οι δύο συντεταγμένες, έχουν ως σημείο αναφοράς το κέντρο της γης. Το επίπεδο αναφοράς του γεωγραφικού πλάτους είναι ο ισημερινός, ο οποίος τέμνει τον πολικό άξονα στο κέντρο της γης, ενώ το επίπεδο αναφοράς του γεωγραφικού μήκους, είναι ο μεσημβρινός, που τέμνει κάθετα τον ισημερινό και περιλαμβάνει και τον πολικό άξονα. Έτσι αν γνωρίζουμε το γεωγραφικό πλάτος και μήκος μιας τοποθεσίας, μπορούμε να γνωρίζουμε ακριβώς τη θέση του από το κέντρο της γης.



Γεωγραφικό μήκος και πλάτος

Για να οριστεί τώρα η θέση του ήλιου, πρέπει να γνωρίζουμε δύο χαρακτηριστικά του, ως προς το σημείο που θέλουμε. Τα χαρακτηριστικά αυτά, είναι το ύψος του ήλιου (β) και η αζιμούθια γωνιά (Z), ως προς το νότο. Το ύψος του ήλιου, είναι η γωνιά υπό την οποία φαίνεται ο ήλιος ως προς το οριζόντιο τοπικό επίπεδο του παρατηρητή στη συγκεκριμένη θέση της επιφάνειας της γης, ενώ η συμπληρωματική της γωνιάς αυτής ονομάζεται ζένηθ. Το αζιμούθιο, είναι η γωνιά που δημιουργείται ανάμεσα σε μια ορισμένη κατεύθυνση, (που στην περίπτωση μας είναι ο νότος), και την προβολή του ήλιου στο οριζόντιο επίπεδο αναφοράς. Για τον καθορισμό των γωνιών αυτών όμως, πρώτα πρέπει να ορίσουμε κάποιες άλλες μεταβλητές, οι οποίες είναι απαραίτητες για τον υπολογισμό τους.

Οι μεταβλητές αυτές είναι:

- Ηλιακή ώρα (T_{SOLAR})
- Ηλιακή ωριαία γωνιά (ω)

Ηλιακή ώρα, είναι η ώρα της ημέρας, ανάλογα με τη θέση του ήλιου και δεν ταυτίζεται με την τοπική ώρα. Η σχέση που μας δίνει την ηλιακή ώρα είναι η εξής:

$$T_{SOLAR} = T_{LOCAL} + E + 4 \frac{min}{o} \cdot (L_{ST} - L_{LOCAL})$$

Όπου,

T_{SOLAR} : η ηλιακή ώρα, για δεδομένο τόπο, δεδομένη μέρα, σε συγκεκριμένη ηλιακή θέση

T_{LOCAL} : η αντίστοιχη τοπική ώρα

L_{LOCAL} : το γεωγραφικό μήκος της τοποθεσίας όπου προσδιορίζει η ώρα

L_{ST} : ο κεντρικός μεσημβρινός για την ώρα τοπικής ζώνης, ο οποίος υπολογίζεται από την εξής σχέση:

$$L_{ST} = 15^\circ/h \cdot \Delta T_{GMT}$$

(όπου, ΔT_{GMT} είναι η διαφορά της ώρας GMT και της τοπικής ώρας)

Για την Κύπρο έχουμε $L_{ST} = -30^\circ$

E : η διόρθωση που εισάγεται από την εξίσωση χρόνου για την ημέρα υπολογισμού

Η παράμετρος E , υπολογίζεται από την πιο κάτω σχέση:

$$E = 9,87\sin(2B) - 7,53\cos(B) - 1,5\sin(B)$$

Όπου, $B = \frac{360}{365}(DoY - 81)$, (γωνιά ημέρας)

Η ηλιακή ωριαία γωνιά (ω), η οποία λαμβάνει θετικές τιμές για τις απογευματινές ώρες και αρνητικές κατά τις πρωινές ώρες, προκύπτει από την παρακάτω σχέση:

$$\omega = \frac{15^\circ}{h} \cdot (T_{SOLAR} - 12h)$$

Αφού υπολογίστηκαν όλες οι μεταβλητές που χρειάζονται, μπορεί να υπολογιστεί το ύψος του ήλιου (β) καθώς επίσης και την αζιμούθια γωνιά (Z), από τις πιο κάτω σχέσεις:

$$\sin\beta = \sin\delta \cdot \sin\varphi + \cos\delta \cdot \cos\varphi \cdot \cos\omega = \cos\varphi_z$$

$$\cos Z = \frac{\sin\beta \cdot \sin\varphi - \sin\delta}{\cos\beta \cdot \cos\varphi}$$

Όπου,

β : γωνιά για το ύψος του ήλιου στη συγκεκριμένη περιοχή και ώρα

δ : ηλιακή απόκλιση της συγκεκριμένης ημερολογιακής μέρας

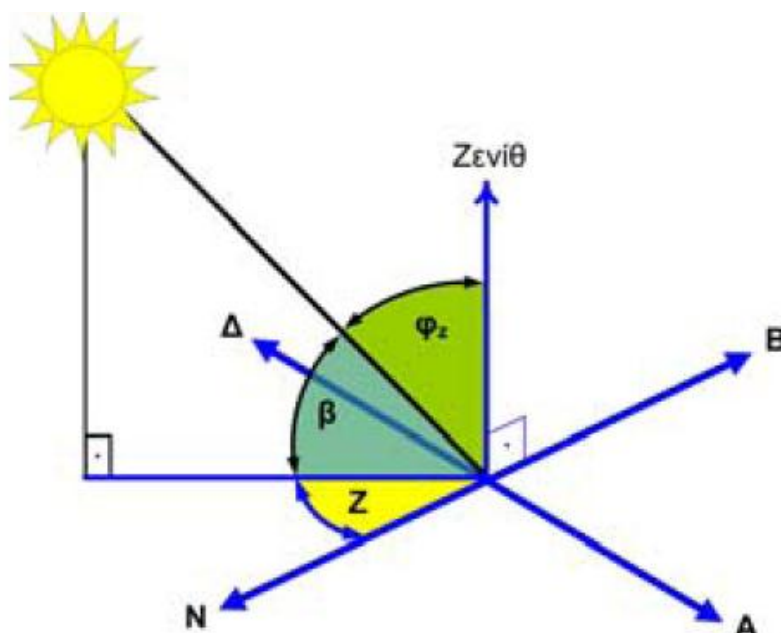
φ : το γεωγραφικό πλάτος της συγκεκριμένης περιοχής

ω : η ηλιακή ωριαία γωνιά που αναλογεί στην ώρα υπολογισμού της θέσης του ήλιου

φ_z : η γωνιά της προσπίπτουσας δέσμης ως προς το τοπικό ζένιθ

Z : το ηλιακό αζιμούθιο ως προς το νότο, στη συγκεκριμένη περιοχή και ώρα

Πιο κάτω απεικονίζονται οι μεταβλητές τις οποίες αναλύσαμε πιο πάνω:



Οι γωνίες που συνδέουν τη θέση του ήλιου με μια οριζόντια τοποθεσία στη θέση της γης. Ηλιακό ύψος (β), ηλιακό αζιμούθιο (Z), ηλιακή ζενιθιακή γωνιά (φ_z). Με Α, Δ, Β, Ν συμβολίζονται οι τέσσερις διευθύνσεις του ορίζοντα.

[Πηγή 1]

2.3 Ηλιακή ακτινοβολία που καταλήγει στη γη

Από τον ήλιο παράγεται μια τεράστια ποσότητα ενέργειας, μέρος της οποίας καταλήγει στη γη. Το ποσοστό όμως αυτό που καταλήγει στη γη, είναι πολύ μικρό, αφού η ενέργεια μεταφέρεται με ακτινοβολία και μέχρι να καταλήξει στη γη έχουμε απώλειες, για διάφορους λόγους.

Αρχικά, μπορεί να υπολογιστεί η πυκνότητα ισχύος της ηλιακής ακτινοβολίας, κάθε μέρα, έξω από την ατμόσφαιρα της Γης, σύμφωνα με την εξής σχέση:

$$G_{EXTRA_TERRESTRIAL} = G_{SOLAR_CONSTANT} \left[1 + 0,033 \cdot \cos \left(\frac{360^\circ \cdot DoY}{365} \right) \right]$$

Όπου,

$G_{EXTRA_TERRESTRIAL}$: είναι η πυκνότητα ισχύος της ηλιακής ακτινοβολίας έξω από την ατμόσφαιρα της Γης, σε κάθετη νοητή μοναδιαία επιφάνεια, για συγκεκριμένη μέρα του έτους

DoY : ορίζει τη μέρα του έτους

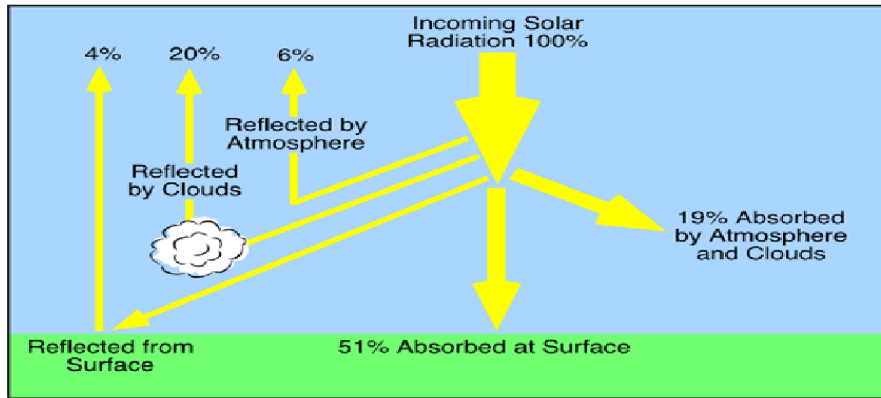
$G_{SOLAR_CONSTANT}$: είναι η ηλιακή σταθερά που προέκυψε από κάποιες μετρήσεις και είναι ίση με 1367 W/m^2

Όταν όμως η ηλιακή ακτινοβολία πλησιάζει από τον Ήλιο στη Γη, η πυκνότητα ισχύος και η ενέργεια (συχνότητα) των φωτονίων μειώνεται, με ταυτόχρονη αύξηση του μήκους κύματος της ακτινοβολίας. Η τιμή της πυκνότητας της ακτινοβολίας που καταλήγει στο επίπεδο της θάλασσας, είναι στα 1000 W/m^2 . Η τιμή όμως αυτή της πυκνότητας ισχύος, είναι η πρότυπη τιμή για την ηλιακή ακτινοβολία που χρησιμοποιούμε και όχι η πραγματική.

Όπως αναφέραμε και πιο πάνω, όταν η ηλιακή ακτινοβολία διεισδύει στην ατμόσφαιρα της γης, μεγάλο μέρος της χάνεται, για διάφορους λόγους. Οι κυριότερες αιτίες που έχουμε απώλειες της ηλιακής ακτινοβολίας, είναι η απορρόφηση, η ανάκλαση, καθώς επίσης και η σκέδαση που δημιουργείται από τα μόρια του αέρα, τους υδρατμούς και τους σωματιδιακούς ρύπους.

- Απορρόφηση προκαλείται, αφού η ακτινοβολία απορροφάται από διάφορα σωματίδια και μετατρέπεται σε θερμότητα.
- Σκέδαση έχουμε όταν η ακτινοβολία συναντήσει στην πορεία της μόρια του αέρα, σκόνη, υδρατμούς ή οποιαδήποτε άλλα σωματίδια και της προκαλέσουν αλλαγή στην κατεύθυνση διάδοσης της.
- Ανάκλαση έχουμε όταν η ακτινοβολία συγκρουστεί σε επιφάνεια διαφορετικής οπτικής πυκνότητας και αλλάξει πορεία (αν και αυτό δεν προκαλείται στην πορεία της ακτινοβολίας μέσα στην ατμόσφαιρα της γης, αλλά όταν συναντήσει κάποια άλλη επιφάνεια).

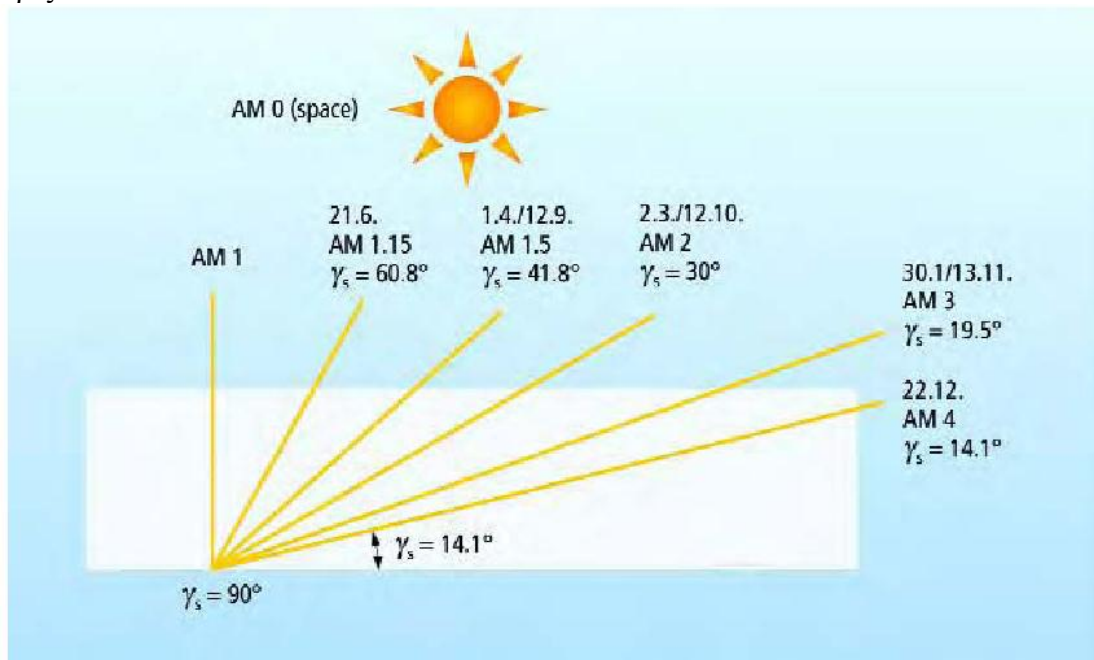
Στο πιο κάτω σχήμα φαίνεται πως επιδρούν αυτοί οι παράγοντες στην ηλιακή ακτινοβολία:



Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει την ηλιακή ισχύ που φτάνει στη γη, είναι η απόσταση που διανύει η ακτινοβολία μέσα στην ατμόσφαιρα. Όσο πιο μεγάλη είναι η απόσταση, τόσο περισσότερο επηρεάζεται από τους τρεις μηχανισμούς που αναφέραμε παραπάνω. Για να περιγράψουμε την αναλογία της διαδρομής του φωτός μέσα στην ατμόσφαιρα, ως προς το συνολικό πάχος της ατμόσφαιρας, χρησιμοποιούμε το μέγεθος της Αερίου Μάζας (AM), η οποία εξαρτάται από τη θέση του ήλιου. Η τιμή αυτή υπολογίζεται από την πιο κάτω σχέση:

$$AM = \frac{1}{(90 - \gamma_s)}$$

Όπου γ_s η γωνιά πρόσπτωσης μεταξύ της άμεσης δέσμης του φωτός και του οριζώντιου επιπέδου.



Ορισμός μάζας αέρος A.M.

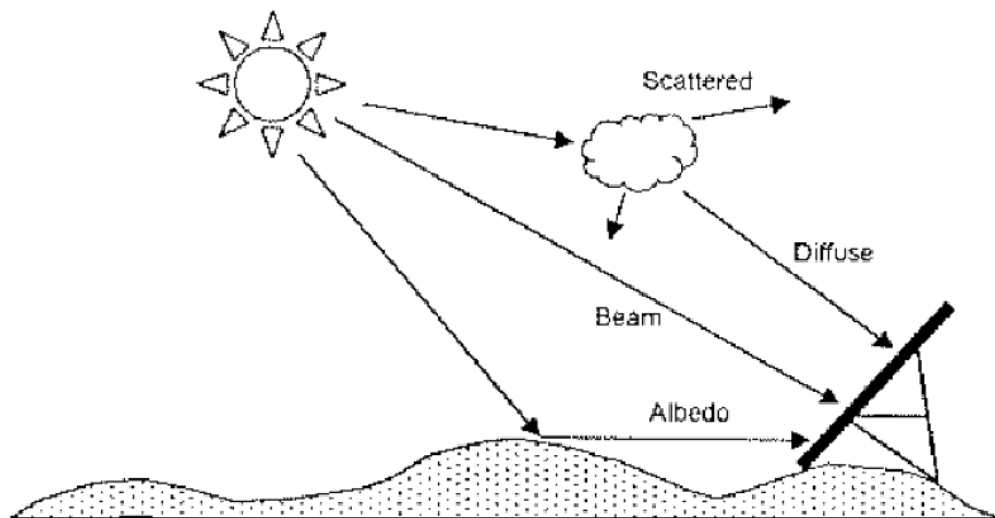
Έτσι, καταλήγει στην επιφάνεια της γης, στον ηλιακό μας συλλέκτη, μια ακτινοβολία που αποτελείται από τρεις συνιστώσες, την άμεση ακτινοβολία, τη διάχυτη ακτινοβολία και την ακτινοβολία που προέρχεται από τις διάφορες

ανακλάσεις του εδάφους (αν ο συλλέκτης μας δεν είναι οριζόντιος πάνω στο εδάφος).

Η άμεση ακτινοβολία, είναι αυτή που προέρχεται απευθείας από τον ήλιο, χωρίς να υποστεί κάποιες μετατροπές. Η συνιστώσα της διάχυτης ακτινοβολίας, είναι αυτή που προέρχεται από την ατμόσφαιρα, λόγω σκέδασης της άμεσης από σωματίδια, υδρατμούς, σκόνη, ενώ η τρίτη συνιστώσα της ακτινοβολίας προέρχεται από την ανάκλαση πάνω σε διάφορες επιφάνειες στο έδαφος.

Η συνιστώσα που μας ενδιαφέρει περισσότερο είναι η άμεση, αφού αυτή έχει την περισσότερη ενέργεια και είναι η πιο χρήσιμη για τις ανάγκες μας, αλλά πολύ σημαντικό ρόλο παίζει και η διάχυτη ακτινοβολία. Για το λόγο αυτό, οι καιρικές συνθήκες επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την ακτινοβολία που έχουμε, αφού κατά τη διάρκεια μιας ηλιόλουστης ημέρας, έχουμε το μεγαλύτερο ποσοστό της ακτινοβολίας μας από την άμεση συνιστώσα, ενώ όταν έχουμε συννεφιασμένη μέρα, σχεδόν όλο το ποσοστό της συνολικής μας ακτινοβολίας οφείλεται στη διάχυτη συνιστώσα.

Στο παρακάτω σχήμα, φαίνεται η κάθε συνιστώσα της ακτινοβολίας.



Συνιστώσες ηλιακής ακτινοβολίας.

Αφού οι συνιστώσες της ακτινοβολίας που μας ενδιαφέρουν περισσότερο είναι η άμεση και η διάχυτη, ακολουθεί ο υπολογισμός των συνιστωσών αυτών.

$$G_{beam} = \frac{G_{glob}(1 - k_d)}{\sin\beta}$$

Όπου,

G_{beam} , η άμεση ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία

G_{glob} , η συνολική ακτινοβολία στη γη

β , το ύψος του ήλιου

k_d , το κλάσμα διάχυσης της ακτινοβολίας, ο οποίος εξαρτάται από το δείκτη καθαρότητας $k_t = \frac{G_h}{G_{h,oa}}$, όπου G_h , είναι η ακτινοβολία σε ένα οριζόντιο επίπεδο στο έδαφος και μπορεί να βρεθεί από μετεωρολογικές πληροφορίες και $G_{h,oa}$ είναι η ακτινοβολία σε ένα οριζόντιο επίπεδο εκτός της γήινης ατμόσφαιρας (υπολογίζεται στη συνέχεια).

$$k_d = \begin{cases} 1 - 0,09k_t & \text{για } k_t \leq 0,22 \\ 0,9511 - 0,1604k_t + 4,388k_t^2 - 16,638k_t^3 + 12,336k_t^4 & \text{για } 0,22 < k_t < 0,8 \\ 0,165 & \text{για } k_t \geq 0,22 \end{cases}$$

$$G_{h,oa} = E_o G_{sc} \sin\beta$$

Όπου,

G_{sc} , η ηλιακή σταθερά

E_o , ο παράγοντας εκκεντρότητας του ήλιου και προκύπτει από τη σχέση:

$$E_o = 1,0001 + 0,034221 \cos B + 0,000719 \cos 2B + 0,000077 \sin 2B$$

$$\text{Όπου, } B = \frac{360}{365} (DoY - 1)$$

$$G_{diff} = G_{glob} - G_{beam}$$

Όπου G_{diff} η διάχυτη ακτινοβολία

Σε ένα κεκλιμένο συλλέκτη, όπως θα είναι και τα πλαίσια μας, η ακτινοβολία την οποία λαμβάνει το πλαίσιο, υπολογίζεται από τις πιο κάτω σχέσεις:

$$G_{beam,i} = \frac{G_{beam,h} \sin(a + \beta)}{\sin\beta}$$

Όπου,

$G_{beam,i}$ είναι η άμεση ακτινοβολία που προσπίπτει στο κεκλιμένο επίπεδο

$G_{beam,h}$ είναι η άμεση ακτινοβολία που προσπίπτει στο οριζόντιο επίπεδο

a είναι η κλίση του πλαισίου

β είναι το ύψος του ήλιου

Η γωνιά με την οποία προσπίπτει η άμεση ακτινοβολία πάνω στο κεκλιμένο πλαίσιο, προκύπτει από την εξής σχέση:

$$\cos\gamma = \sin\delta \sin\varphi \cos\alpha - \sin\delta \cos\varphi \sin\alpha \cos\theta + \cos\delta \cos\varphi \cos\alpha \cos\omega + \cos\delta \cos\varphi \sin\alpha \cos\theta \cos\omega + \cos\delta \sin\alpha \sin\omega \sin\theta$$

Όπου,

δ , η ηλιακή απόκλιση σε μοίρες

φ , το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής

α , η κλίση του ηλιακού συλλέκτη σε μοίρες

θ , η απόκλιση από το νότο σε μοίρες

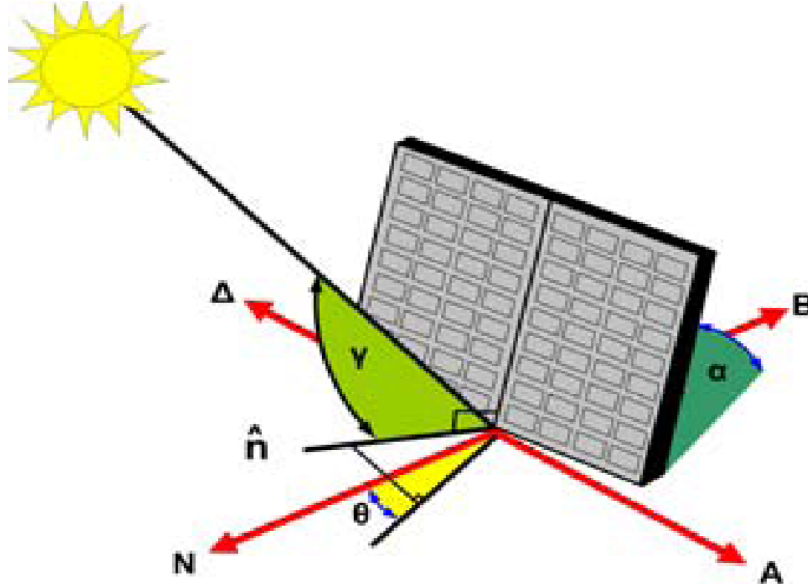
ω , η ωριαία γωνιά σε μοίρες

$$G_{diff,i} = \frac{G_{diff,h}(1 + \cos(a))}{2}$$

Όπου,

$G_{diff,i}$ είναι η διάχυτη ακτινοβολία που προσπίπτει στο κεκλιμένο επίπεδο

$G_{diff,h}$ είναι η διάχυτη ακτινοβολία που προσπίπτει στο οριζόντιο επίπεδο



[Πηγή 1]

2.4 Μέτρηση ηλιακής ακτινοβολίας

Η ηλιακή ακτινοβολία, με τη σημερινή τεχνολογία που διαθέτουμε, μπορεί να μετρηθεί με διάφορα μέσα. Ανάλογα με τη συνιστώσα της ακτινοβολίας που θέλουμε να μετρήσουμε, χρησιμοποιούμε και τα αντίστοιχα μετρητικά όργανα. Επίσης ανάλογα με την ακρίβεια και την ταχύτητα που θέλουμε να λάβουμε τη μέτρηση μας, χρησιμοποιούμε διαφορετικά όργανα. Μερικά όργανα μέτρησης είναι:

- Πυρανόμετρο, ηλιακό στοιχείο: μετρά τη συνολική ακτινοβολία
- Πυρηλιόμετρο, ακτινόμετρο: μετρά την άμεση ακτινοβολία

Η πιο διαδεδομένη συσκευή μέτρησης της ηλιακής ακτινοβολίας είναι το πυρανόμετρο. Το πυρανόμετρο, είναι ένα όργανο υψηλής ακρίβειας, που μετρά την ακτινοβολία σε μια επίπεδη επιφάνεια. Αποτελείται από δύο όμοια γυάλινα υδραργυρικά θερμοόμετρα (θερμοστήλες) με σφαιρικά δοχεία. Μετρά τη συνολική ακτινοβολία που φτάνει στη γη, αλλά επειδή λειτουργεί σε μια θερμαινόμενη βάση, έχει αργή απόκριση (κάθε μερικά λεπτά), γι' αυτό δεν μας δίνει ικανοποιητικές μετρήσεις σε γρήγορες διακυμάνσεις.



Πυρανόμετρο

Το ηλιακό στοιχείο – κύτταρο, είναι μια συσκευή πολύ χαμηλού κόστους, η οποία μετρά τη συνολική ακτινοβολία. Η συσκευή αυτή, δημιουργεί ένα μικρό ρεύμα βραχυκυκλώματος, το οποίο είναι ανάλογο με την προσπίπτουσα ακτινοβολία. Έτσι μπορούμε να μετράμε την ηλιακή ακτινοβολία.



Φωτοβολταϊκός αισθητήρας για μέτρηση ηλιακής ακτινοβολίας

Πιο κάτω παρατίθεται ένας πίνακας με μερικές συσκευές μέτρησης της ηλιακής ακτινοβολίας, με μερικά από τα χαρακτηριστικά τους:

Πυρανόμετρο	Θερμοστήλη	Μετρήσεις ηλιακής ακτινοβολίας σε εξωτερικό χώρο	Πολύ μεγάλη ακρίβεια, αργή απόκριση
Φωτοβολταϊκός αισθητήρας (Solarimeter)	Φωτοβολταϊκό κύτταρο	Μετρήσεις ηλιακής ακτινοβολίας σε εξωτερικό χώρο	Μεγάλη ακρίβεια, γρήγορη απόκριση
Κύτταρο Αναφοράς (Reference Cell)	Φωτοβολταϊκό κύτταρο	Βαθμονόμηση σε εσωτερικό χώρο	
Σπεκτροραδιόμετρο	Φωτοδίοδος	Μετρήσεις Φάσματος	Αργή, Μέτρια Ακρίβεια
Campbell Stokes	Ταινίες χαρτονιού	Ωρες Ηλιοφάνειας	Αργή Απόκριση, μικρή ακρίβεια

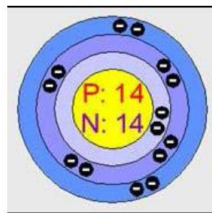
Όργανα Μέτρησης Ηλιακής Ακτινοβολίας

Κεφάλαιο 3: Ηλιακά Στοιχεία

3.1 Ημιαγωγοί

Κάθε άτομο, κάθε στοιχείου έχει μια συγκεκριμένη δομή. Αποτελείται από τον πυρήνα (πρωτόνια και νετρόνια), και τις στοιβάδες γύρω από τον πυρήνα, πάνω στις οποίες κινούνται τα ηλεκτρόνια. Ο πυρήνας, λόγω των πρωτονίων, έχει θετικό φορτίο, ενώ τα ηλεκτρόνια έχουν αρνητικό φορτίο. Αυτό που διαφέρει σε κάθε στοιχείο, είναι ο αριθμός των πρωτονίων, νετρονίων και ηλεκτρονίων που έχει το άτομο του. Τις ηλεκτρικές ιδιότητες όμως, τις καθορίζει ο αριθμός των ηλεκτρονίων στην εξωτερική στοιβάδα, αφού από αυτό καθορίζεται η αγωγιμότητα του κάθε υλικού.

Τα στοιχεία χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες, στους μονωτές, στους ημιαγωγούς και στους αγωγούς. Τα υλικά που θα μας απασχολήσουν εμάς στη φωτοβολταϊκή μας μελέτη, είναι οι ημιαγωγοί. Οι ημιαγωγοί, έχουν ενδιάμεση αγωγιμότητα, (μικρότερη από αγωγούς και μεγαλύτερη από τους μονωτές) αφού στην εξωτερική τους στοιβάδα έχουν τέσσερα ηλεκτρόνια (ηλεκτρόνια σθένους). Λόγω αυτής τους της ιδιότητας, οι ημιαγωγοί επιτρέπουν τη διέλευση ηλεκτρικού φορτίου, μόνο σε ορισμένες περιπτώσεις. Οι κυριότεροι ημιαγωγοί είναι τα τετρασθενή στοιχεία και αυτό που θα μας απασχολήσει περισσότερο είναι το πυρίτιο (Si).



Το άτομο πυριτίου

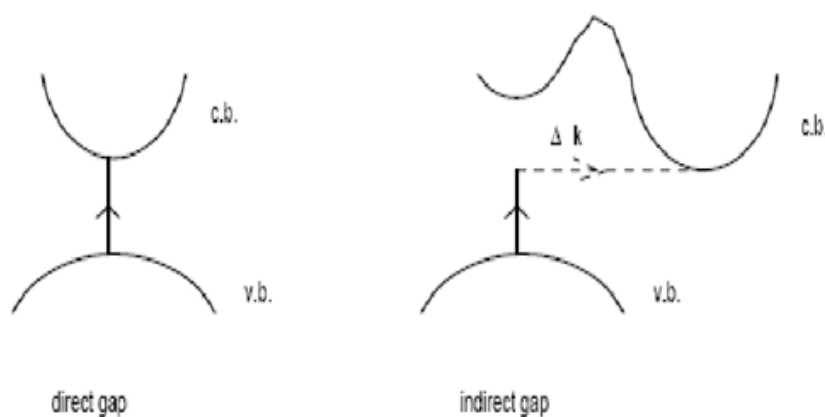
Πιο κάτω φαίνεται ο περιοδικός πίνακας με τα στοιχεία που έχουν βρεθεί μέχρι σήμερα:

The periodic table shows elements grouped into 18 groups (OMADA) and 7 periods (ΠΕΡΙΟΔΟΣ). Key elements highlighted include Sodium (Na), Silicon (Si), and Phosphorus (P). The table also includes the lanthanide and actinide series at the bottom.

Στους ημιαγωγούς υπάρχουν οι εξής ενεργειακές ζώνες:

- Ζώνη αγωγιμότητας (E_c)
- Ζώνη σθένους (E_v)
- Εσωτερική ενεργειακή ζώνη (είναι τα ηλεκτρόνια στις εσωτερικές στοιβάδες)

Η διαφορά ενέργειας μεταξύ της ζώνης αγωγιμότητας και της ζώνης σθένους, ονομάζεται ενεργειακό διάκενο – χάσμα (E_g). Αν ένα ηλεκτρόνιο που βρίσκεται στη ζώνη σθένους λάβει με κάποιο τρόπο ενέργεια ίση ή μεγαλύτερη από το ενεργειακό διάκενο, τότε θα διεγερθεί και θα περάσει στη ζώνη αγωγιμότητας και θα γίνει ελεύθερο ηλεκτρόνιο, αφήνοντας στη ζώνη σθένους μια οπή. Στη δική μας περίπτωση, η ενέργεια που χρειάζεται, θα δίνεται μέσω φωτονίων. Αν η ενέργεια του φωτονίου είναι μεγαλύτερη ή ίση με του ενεργειακού διακένου, τότε το φωτόνιο θα απορροφάται και το ηλεκτρόνιο θα διεγείρεται, ενώ αν η ενέργεια του φωτονίου είναι μικρότερη, τότε δεν θα απορροφάται.



Απορρόφηση σε ένα υλικό με άμεσο και έμμεσο χάσμα

Η Ενέργεια του φωτονίου περιγράφεται από την πιο κάτω σχέση:

$$E = h \cdot f = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

Όπου, h : η σταθερά του Planck, $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J/sec

f : η συχνότητα του φωτονίου

c : η ταχύτητα του φωτός

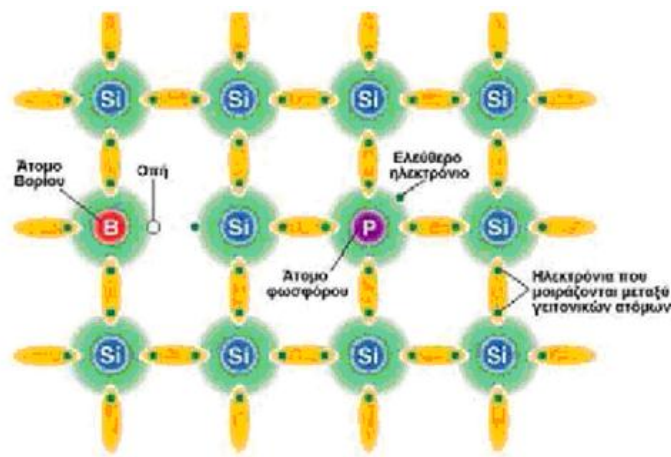
λ : το μήκος κύματος του φωτονίου

Η συγκέντρωση αυτή των ηλεκτρονίων στη ζώνη αγωγιμότητας και οπών στη ζώνη σθένους, αυξάνει την αγωγιμότητα του υλικού, η οποία αν προκληθεί από την ενέργεια φωτονίων, ονομάζεται φωτοαγωγιμότητα.

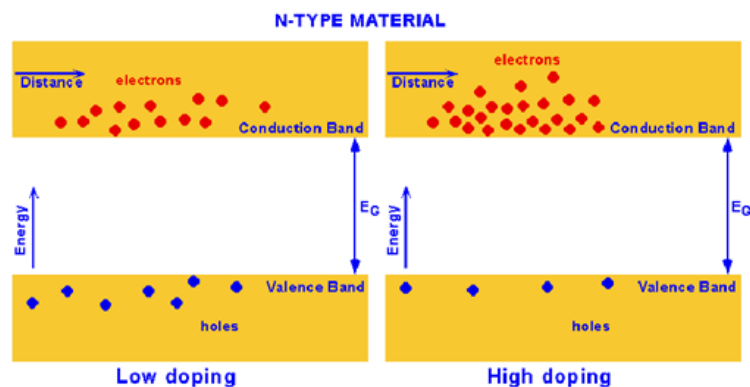
3.2 Ένωση επαφής p-n (δίοδος)

Ένας αμιγής ημιαγωγός, είναι ο ημιαγωγός ο οποίος έχει ίδια συγκέντρωση ηλεκτρονίων – οπών και για τη διέγερση ενός ηλεκτρονίου, χρειάζεται ενέργεια ίση ή μεγαλύτερη από το ενεργειακό διάκενο. Αν όμως ο ημιαγωγός δεν είναι καθαρός, αλλά με προσμίξεις, αποκτά κάποιες άλλες ιδιότητες. Ανάλογα με την πρόσμιξη, έχουμε και διαφορετικό είδος αγωγού, οι οποίοι διακρίνονται σε τύπου n και τύπου p.

Στους ημιαγωγούς τύπου n, προστίθονται προσμίξεις υλικών μεγαλύτερου σθένους, οι οποίοι ονομάζονται δότες, αφού δίνουν ηλεκτρόνια. Σε αυτές τις προσμίξεις, έχουμε ένα ελεύθερο ηλεκτρόνιο σε κάθε άτομο, αφού το υλικό πρόσμιξης είναι πεντασθενής. Αντίθετα στον ημιαγωγό τύπου p, υπάρχει έλλειψη ηλεκτρονίου, άρα και περίσσεια μιας οπής ανά άτομο, αφού το υλικό πρόσμιξης είναι τρισθενής. Με τη λήψη μικρής ποσότητας ενέργειας, ηλεκτρόνιο από γειτονική θέση διεγείρεται και τοποθετείται στην ελεύθερη οπή του τρισθενή υλικού, αφήνοντας πίσω του μια άλλη οπή και κάνοντας το τρισθενή υλικό, αρνητικά φορτισμένο ιόν. Γι' αυτό ονομάζεται και αποδέκτης. Ένα τρισθενές υλικό που χρησιμοποιείται συχνά για τις προσμίξεις, είναι ο φωσφόρος (P), αρσενικό (As) και ένα πεντασθενές υλικό που χρησιμοποιείται για δημιουργία ημιαγωγού τύπου n είναι το βόριο (B).

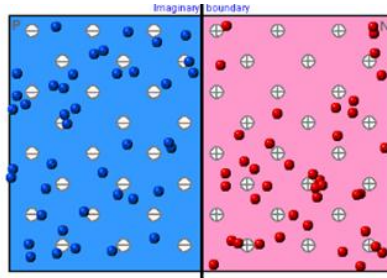


Κρυσταλλικό πλέγμα πυριτίου με άτομα πρόσμιξης.



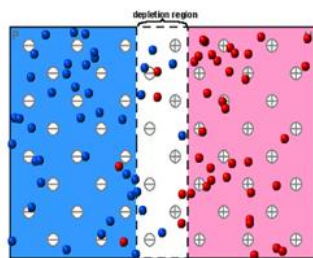
Συγκέντρωση φορέων ισορροπίας για χαμηλά και ψηλά επίπεδα νόθευσης, που φανερώνει ότι όσο μεγαλώνουν τα ποσοστά νόθευσης, τόσο μειώνεται η συγκέντρωση του φορέα μειονότητας

Έτσι οι ημιαγωγοί τύπου n είναι αρνητικά φορτισμένοι, ενώ οι τύπου p είναι θετικά φορτισμένοι. Αυτό είναι που προσδίδει και την αγωγιμότητα στους ημιαγωγούς. Αν φέρουμε σε επαφή ένα ημιαγωγό τύπου p με ένα τύπου n, τότε δημιουργούμε μια επαφή p-n. Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του τύπου n αλληλοεξουδετερώνονται με τις οπές στον τύπου p, αφού έλκονται μεταξύ τους. Αυτό το είδος διάταξης (δίοδος p-n), επιτρέπουν τη ροή του ρεύματος προς τη μια κατεύθυνση, αλλά απαγορεύουν τη ροή προς την αντίθετη κατεύθυνση.

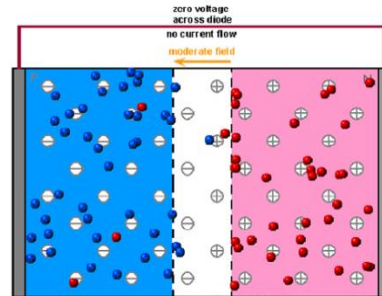


Τα υλικά τύπου n και p είναι διαχωρισμένα και συνεπώς οι φορείς διαχέονται στον χώρο με τυχαίο τρόπο

Όταν φέρουμε σε επαφή απλά τον τύπου p και τον τύπου n, τότε κάποια από τα ηλεκτρόνια του τύπου n, διαχέονται προς την άλλη πλευρά, όπου τα ηλεκτρόνια είναι φορείς μειονότητας ενώ αντίστοιχα οι οπές διαχέονται προς την πλευρά του τύπου n. Η ανάμειξη αυτή των φορέων και η αύξηση της συγκέντρωσης των φορέων μειονότητας στην περιοχή κοντά στη διαχωριστική επιφάνεια των δύο τμημάτων, ανατρέπουν την κατάσταση ισορροπίας, η οποία αποκαθίσταται με τις επανασυνδέσεις των φορέων. Δημιουργείται στην περιοχή της διεπαφής ένα εσωτερικό ηλεκτρικό πεδίο με κατεύθυνση από την περιοχή n προς την περιοχή p. Έτσι η διάχυση των φορέων σταματά, δημιουργώντας την περιοχή απόθησης ηλεκτρικών φορέων (περιοχή που δεν έχει φορείς) φέρνοντας τον ημιαγωγό σε ισορροπία.



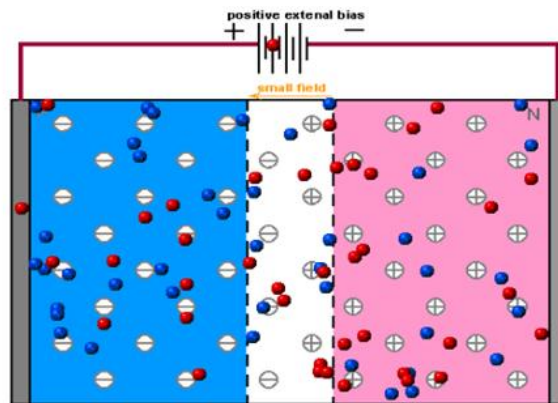
Όταν τα υλικά ενώνονται, οι φορείς διασχίζουν την περιοχή απογύμνωσης και εισέρχονται στην απέναντι περιοχή. Τα στατικά ιόντα που απομένουν πίσω συμβάλλουν στην δημιουργία ηλεκτρικού πεδίου



Ένωση p-n σε κατάσταση ισορροπίας

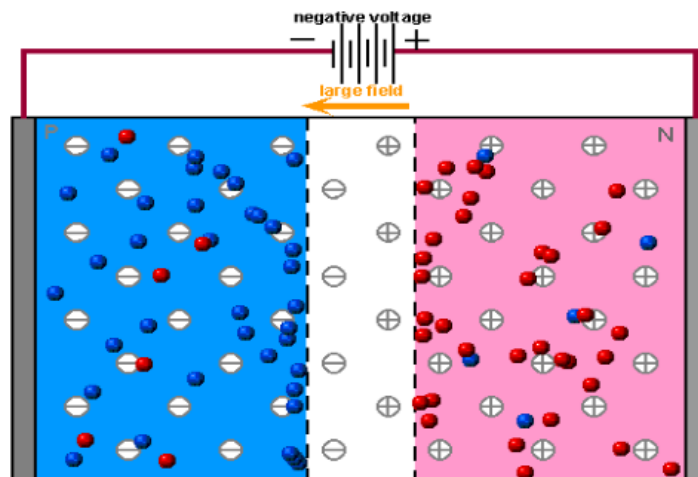
Αν όμως εφαρμοστεί μια τάση στα άκρα της διόδου, ανάλογα με την τάση που θα εφαρμοστεί, θα έχουμε και τα ανάλογα αποτελέσματα. Αν συνδεθεί με το θετικό πόλο τον τύπου p και τον αρνητικό πόλο με τον τύπου n, τότε έχουμε ορθή πόλωση. Σε αυτή την περίπτωση η δίοδος p-n άγει. Τα ηλεκτρόνια του τύπου n μετακινούνται προς την ένωση, αφού απωθούνται από την αρνητική τάση, όπως

επίσης και οι οπές του τύπου p. Έτσι μειώνεται η περιοχή απόθησης ηλεκτρικών φορέων και έχουμε ροή του ηλεκτρικού ρεύματος.



Ορθά Πολωμένη Δίοδος

Όταν όμως εφαρμοστεί αντίθετη τάση στα άκρα του ημιαγωγού, θετικός πόλος στον τύπου n και αρνητικό πόλο στον τύπου p, έχουμε ανάστροφη πόλωση. Σε αυτή την περίπτωση, ο αρνητικός πόλος έλκει τις ελεύθερες οπές στο τύπου p και ο θετικός πόλος έλκει τα ηλεκτρόνια του τύπου n. Έτσι απομακρύνονται από την ένωση, μεγαλώνοντας έτσι την περιοχή απόθησης ηλεκτρικών φορέων. Στην περίπτωση ανάστροφης πόλωσης, δεν έχουμε ροή ηλεκτρικού ρεύματος. Μετά όμως από την αύξηση του πεδίου πέρα από κάποιο κρίσιμο σημείο στην ανάστροφη πόλωση, η ζώνη απόθησης ηλεκτρικών φορέων καταρρέει και αρχίζει να ρέει το ηλεκτρικό ρεύμα, είτε λόγω του φαινομένου zener είτε λόγω της διάσπασης χιονοστιβάδας. Αν όμως δεν αλλοιωθεί ο ημιαγωγός λόγω υπερθέρμανσης, μπορούμε να επαναφέρουμε τον ημιαγωγό στις αρχικές του ιδιότητες.



Ανάστροφα Πολωμένη Δίοδος

3.3 Φωτοβολταϊκό Φαινόμενο

Τα ηλιακά κύτταρα, είναι κατασκευασμένα από ημιαγώγιμα υλικά, τα οποία αναλύσαμε παραπάνω. Έτσι όλα τα ηλιακά στοιχεία περιέχουν μια δίοδο ημιαγωγού, η οποία εκτείνεται σε όλο το πλάτος του στοιχείου. Η δίοδος αυτή συνήθως είναι η δίοδος p-n την οποία αναφέραμε και πιο πάνω, ή μπορεί να είναι δίοδος Schottky, η οποία δημιουργείται με επαφή ημιαγωγού και μετάλλου. Τοποθετούμε λοιπόν το ηλιακό στοιχείο σε χώρο στον οποίο μπορεί να δεχτεί την ηλιακή ακτινοβολία, με την επιφάνεια του ημιαγωγού τύπου n προς τον ήλιο. Τα φωτόνια που έχουν ενέργεια μεγαλύτερη ή ίση με το ενεργειακό διάκενο, απορροφούνται από το στοιχείο διεγείρονται τα ηλεκτρόνια και παράγονται ελεύθεροι φορείς (οπές και ηλεκτρόνια). Ένα ποσοστό των φορέων επανασυνδέονται, ενώ οι υπόλοιποι φορείς διαχωρίζονται. Στο διαχωρισμό αυτό των φορέων, σημαντικό ρόλο παίζει το ηλεκτροστατικό φράγμα δυναμικού, το οποίο εκτείνεται σε όλο το πλάτος του στοιχείου. Έτσι, όσο διαρκεί η ακτινοβολία στο στοιχείο, δημιουργείται περίσσεια από ζεύγη φορέων, που υπερβαίνει τις συγκεντρώσεις που αντιστοιχούν στις συνθήκες ισορροπίας. Όσοι από τους φορείς δεν επανασυνδεθούν και βρεθούν στην περιοχή της ένωσης p-n, δέχονται το ηλεκτροστατικό πεδίο της διόδου και διαχωρίζονται, με σκοπό να μειώσουν τη δυναμική τους ενέργεια. Έτσι τα ελεύθερα ηλεκτρόνια πηγαίνουν στο τμήμα τύπου n της διόδου, ενώ οι οπές στο τμήμα τύπου p. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία διαφοράς δυναμικού ανάμεσα τους ακροδέκτες της διόδου, η οποία λειτουργεί ως ορθά πολωμένη. Έτσι, όσο έχουμε ηλιακή ακτινοβολία, έχουμε και πηγή ρεύματος. Η διαφορά δυναμικού που δημιουργείται ανάμεσα στα δύο τμήματα του ηλιακού στοιχείου λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας, ονομάζεται φωτοβολταϊκό φαινόμενο. Σε αυτό το φαινόμενο στηρίζεται και η λειτουργία των φωτοβολταϊκών στοιχείων. Το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγεται λόγω του φωτοβολταϊκού φαινομένου ονομάζεται φωτόρευμα και υπολογίζεται από την πιο κάτω σχέση:

$$I_{PH} = e \int_0^{\lambda_g} S(\lambda)[1 - R(\lambda)]\Phi(\lambda)d\lambda$$

Όπου, I_{PH} : το φωτόρευμα

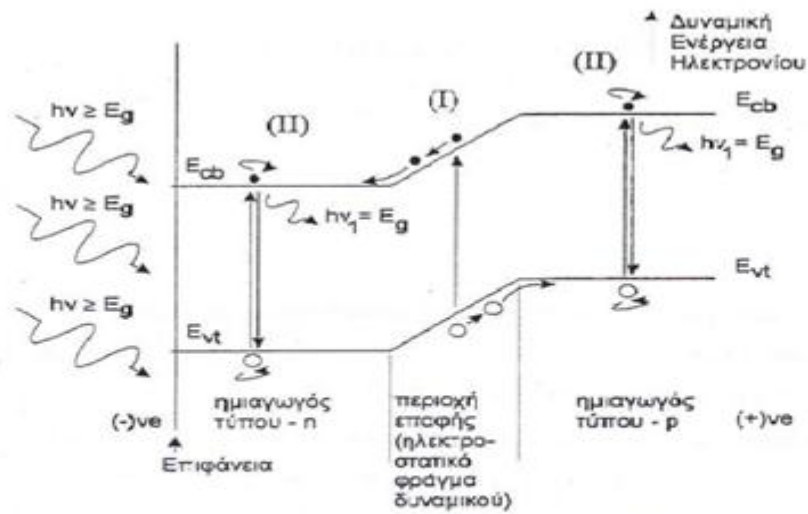
e : το στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο

λ_g : το μέγιστο χρησιμοποιούμενο μήκος κύματος ακτινοβολίας στον ημιαγωγό

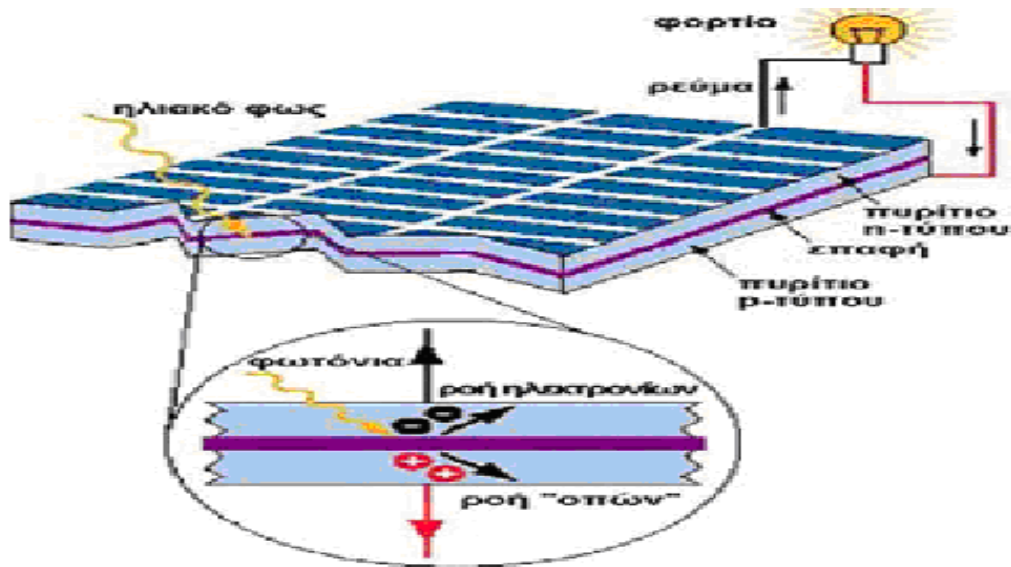
$S(\lambda)$: η φασματική απόκριση που ορίζεται ως το πλήθος των φορέων που συλλέγονται στα ηλεκτρόδια του ΦΒ στοιχείου σε σχέση με τη φωτονική ροή $\Phi(\lambda)$

$\Phi(\lambda)$: το πλήθος των φωτονίων που δέχεται το στοιχείο ανά μονάδα επιφάνειας και χρόνου με ενέργεια που αντιστοιχεί σε μήκος κύματος από λ μέχρι $\lambda+d\lambda$.

R(λ): δείκτης ανάκλασης της επιφάνειας του στοιχείου



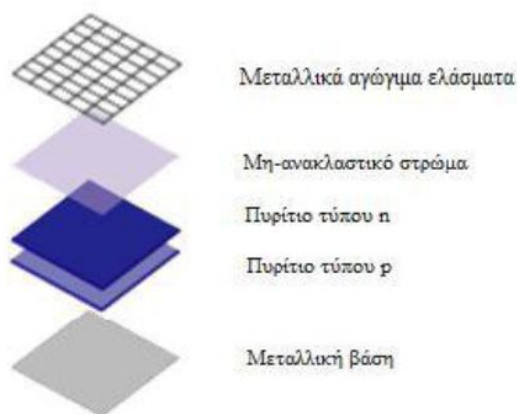
το ηλιακό στοιχείο που αποτελείται από την επαφή του ημιαγωγού τύπου-n και τύπου - p. Το σχήμα παρουσιάζει το διάγραμμα της δυναμικής ενέργειας των ηλεκτρονίων σε συνάρτηση με το βάθος από την επιφάνεια.



Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο

3.4 Φωτοβολταϊκές Κυψέλες

Μια φωτοβολταϊκή κυψέλη, αποτελείται από φωτοβολταϊκά στοιχεία, τα οποία αναλύσαμε πιο πάνω. Οι ηλιακές κυψέλες, αποτελούνται από μια μεταλλική βάση, από ημιαγώγο (πυρίτιο) τύπου P και τύπου N, από μη ανακλαστικό στρώμα επικάλυψης και από μεταλλικά αγώγιμα ελάσματα. Στο περίγραμμά τους έχουν ενσωματωμένα μεταλλικά ελάσματα ανοδιωμένου αλουμινίου, για μηχανική αντοχή και είναι αεροστεγώς και υδατροστεγώς κλεισμένα για προστασία.



Δομή ηλιακής κυψέλης

Οι κυριότεροι τύποι ΦΒ κυψελών, ανάλογα με την καθαρότητα του πυριτίου, είναι το μονοκρυσταλλικό πυρίτιο, το πολυκρυσταλλικό και το άμορφο. Την καλύτερη απόδοση έχει το μονοκρυσταλλικό πυρίτιο (14%-17%) μετά ακολουθεί το πολυκρυσταλλικό (13%-15%) και τελευταίο είναι το άμορφο (8%-10%).

Οι μονοκρυσταλλικές κυψέλες, κατασκευάζονται τεμαχίζοντας ένα ενιαίο κρύσταλλο, ο οποίος έχει επεξεργαστεί σε θερμοκρασίες γύρω στους 1400° C. Το πυρίτιο σε αυτή την περίπτωση πρέπει να είναι πολύ υψηλής καθαρότητας και να έχει τέλεια κρυσταλλική δομή. Αυτού του είδους κυψέλες, έχουν την μεγαλύτερη απόδοση (15-18%) μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Τα μονοκρυσταλλικά πλαίσια, χρησιμοποιούνται περισσότερο σε περιοχές με άμεση ακτινοβολία και χαμηλές θερμοκρασίες, αφού σε περίπτωση σκίασης ή σε υψηλές θερμοκρασίες, η απόδοση του πλαισίου μειώνεται αρκετά.

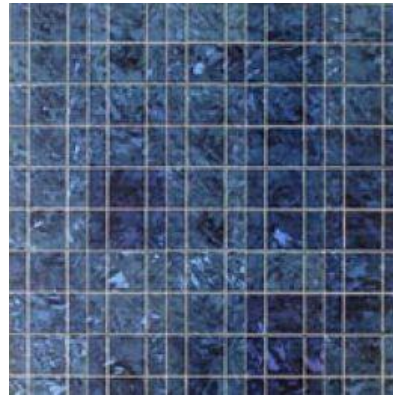
Οι κυψέλες πολυκρυσταλλικού πυριτίου, γίνονται με διαδικασία χύτευσης. Το λειωμένο πυρίτιο χύνεται σε μια φόρμα, όπου και μορφοποιείται και στη συνέχεια τεμαχίζεται. Αυτού του είδους ηλιακές κυψέλες, είναι πιο φθηνές, αφού είναι πιο φθηνός ο τρόπος κατασκευής τους, αλλά είναι και χαμηλότερης απόδοσης (13-15%). Τα πολυκρυσταλλικά πλαίσια, αποδίδουν καλύτερα σε περιοχές με άμεση ακτινοβολία, και έχουν μείωση της απόδοσης τους σε περιπτώσεις σκίασης και υψηλών θερμοκρασιών, όπως συμβαίνει και στα μονοκρυσταλλικά.

Οι κυψέλες από άμορφο πυρίτιο, γίνονται με εναπόθεση του πυριτίου πάνω σε ένα υπόστρωμα γυαλιού, από ένα αντιδραστικό αέριο. Ο τρόπος κατασκευής του

είναι πολύ πιο εύκολος, γι αυτό και πιο φθηνός, αλλά η απόδοση του είναι ακόμα πιο χαμηλή (6-8%). Το σημαντικότερο πλεονέκτημα αυτού του είδους ηλιακής κυψέλης, είναι ότι η λειτουργία της δεν επηρεάζεται τόσο πολύ από τις υψηλές θερμοκρασίες. Επίσης έχει το πλεονέκτημα ότι έχει καλύτερη απόδοση όταν έχουμε διάχυτη ακτινοβολία. Το μεγαλύτερο της όμως μειονέκτημα είναι η χαμηλή της ενεργειακής πυκνότητας, με αποτέλεσμα να χρειάζεται μεγαλύτερη επιφάνεια ΦΒ στοιχείων σε σχέση με τα άλλα είδη πυριτίου, για να παραχθεί η ίδια ποσότητα ενέργειας.



Κύτταρο Μονοκρυσταλλικού Πυριτίου



Κύτταρο Πολυκρυσταλλικού Πυριτίου



Πλαίσιο Αμορφου Πυριτίου

Άλλα είδη ΦΒ στοιχείων, τα οποία δεν είναι τόσο πολύ διαδεδομένα στο εμπόριο, για διάφορους λόγους, είναι τα εξής:

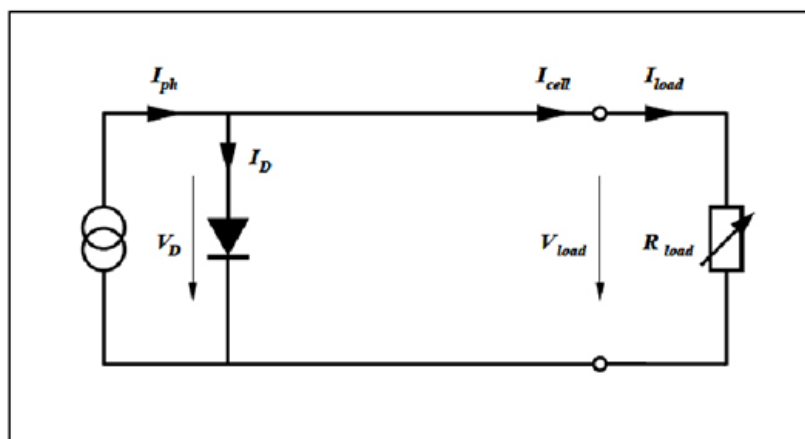
- Ταινίας πυριτίου
- Δισελνοϊδιούχος χαλκός (χαμηλό κόστος, χαμηλή απόδοση)
- Τελουριούχο Κάδμιο
- Αρσενικούχο Γάλλιο (καλύτερη απόδοση, υψηλό κόστος κατασκευής, συνήθως χρησιμοποιείται σε διαστημικές εφαρμογές)
- Υβριδικά ΦΒ στοιχεία (που αποτελείται από στρώσεις υλικών διαφόρων τεχνολογιών)

Υπάρχουν επίσης και τα υβριδικά φωτοβολταϊκά στοιχεία, τα οποία αποτελούνται από στρώσεις υλικών διαφόρων τεχνολογιών. Τα πιο γνωστά εμπορικά φωτοβολταϊκά στοιχεία αποτελούνται από δύο στρώσεις άμορφου πυριτίου και ενδιάμεσα υπάρχει μια στρώση μονοκρυσταλλικού πυριτίου. Τα ηλιακά αυτά στοιχεία, έχουν μερικά σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα άλλα ηλιακά στοιχεία. Τα πιο σημαντικά, είναι η μεγαλύτερη απόδοση που έχουν καθώς επίσης και η υψηλότερη τους απόδοση σε υψηλότερες θερμοκρασίες και στη διαχεόμενη ακτινοβολία. Για τους λόγους αυτούς όμως, τα υβριδικά ηλιακά στοιχεία είναι και πιο ακριβά.

3.4.1 Ηλεκτρικό Ισοδύναμο φωτοβολταϊκού στοιχείου

Ένα ΦΒ πλαίσιο, αποτελείται από πολλές ΦΒ κυψέλες. Μια κυψέλη όμως, παράγει πολύ μικρή ποσότητα ρεύματος και έτσι μικρή ποσότητα ισχύος. Γι'αυτό, για να έχουμε παραγωγή ικανοποιητικού ρεύματος, συνδέουμε πολλές κυψέλες και δημιουργούμε το πλαίσιο.

Το ισοδύναμο κύκλωμα του ηλιακού στοιχείου καθώς επίσης και η σχέση που περιγράφει την ποσότητα του ρεύματος που παράγει μια ηλιακή κυψέλη είναι η πιο κάτω:



Θεωρητικό Ηλεκτρικό Κύκλωμα Κυψέλης

$$I_L = I_{ph} - I_D = I_{ph} - I_0 \left(e^{\frac{q}{kT} V_L} - 1 \right)$$

Όπου,

I_{ph} = το φωτόρευμα που είναι ανάλογο με τα φωτόνια που απορροφά το ηλιακό στοιχείο

I_D = Ρεύμα διόδου

I_0 = το ανάστροφο ρεύμα κόρου

V = η τάση στα άκρα της διόδου

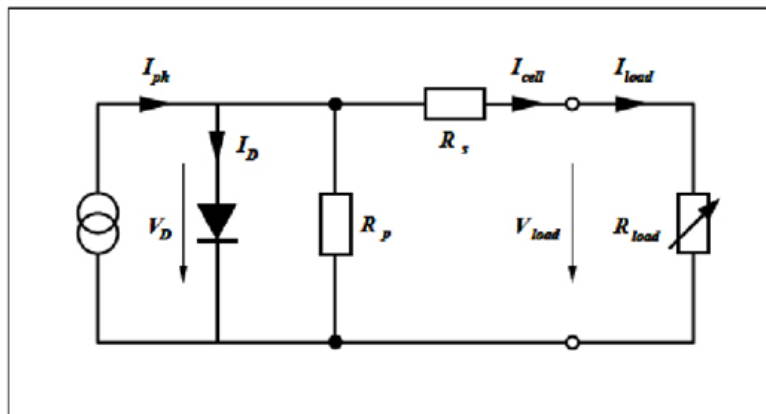
m = ο συντελεστής ιδανικότητας της διόδου

k = η σταθερά του Boltzmann

T = η απόλυτη θερμοκρασία

e = το φορτίο του ηλεκτρονίου.

Το πλήρες ισοδύναμο ηλεκτρικό κύκλωμα της κυψέλης καθώς επίσης και η σχέση που δίνει το ρεύμα του στοιχείου, φαίνονται πιο κάτω:



Πραγματικό Ηλεκτρικό Κύκλωμα Κυψέλης

$$I_{cell} = I_{ph} - I_D = I_{ph} - I_0 \left(e^{\frac{q}{kT} (V_{load} + I_{cell} * R_s)} - 1 \right) - \frac{V_{load} + I_{cell} * R_s}{R_{sh}}$$

Όπου,

V_T : η θερμική τάση σε Volt ($V_T = \frac{kT_c}{q} \approx 25,85mV$)

K : η σταθερά Boltzmann ($K = 1.381 * 10^{-23} J/^{\circ}K$)

T_c : η απόλυτη θερμοκρασία του κυττάρου σε βαθμούς Kelvin ($273^{\circ} K$)

q : φορτίο ηλεκτρονίου

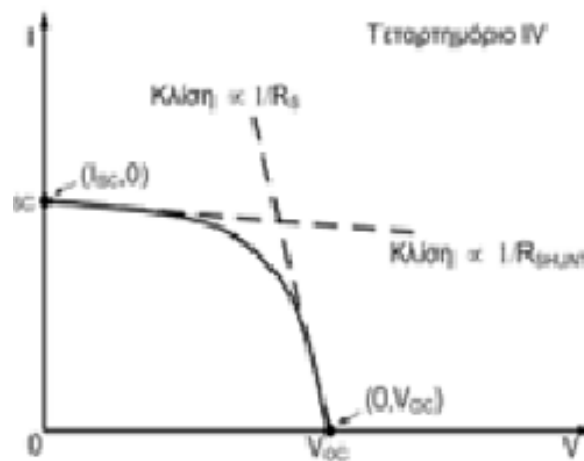
I_{cell} : το φωτόρευμα

I_0 : ρεύμα κόρου της διόδου

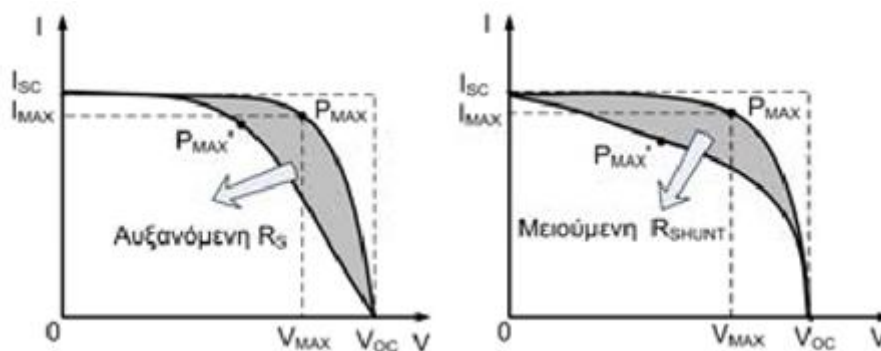
R_s : η αντίσταση σε σειρά του κυττάρου

R_{sh} : η παράλληλη αντίσταση του κυττάρου

Η εν σειρά αντίσταση R_s , που φαίνεται και στο σχήμα και στην παραπάνω σχέση, εκφράζει τις επιπρόσθετες απώλειες του φωτοβολταϊκού, όταν συνδεθεί με φορτίο και έτσι διαρρέεται από ρεύμα. Η παράλληλη αντίσταση R_{sh} εκφράζει τις απώλειες του ΦΒ στοιχείου, αφού προκαλείται κυρίως από τα ρεύματα διαρροής λόγω της p-n σύνδεσης και τις μερικές συνδέσεις που υπάρχουν κυρίως κοντά στις άκρες των κυψελών. Οι ιδανικές τιμές για τις πιο πάνω αντιστάσεις, είναι $R_s=0$ και $R_{sh}=\infty$, έτσι ώστε να ελαχιστοποιήσουμε τις απώλειες.



Προσδιορισμός των αντιστάσεων R_s και R_{shunt} από την I-V χαρακτηριστική [Πηγή 1]



A) Η αύξηση της R_s αυξάνει τις ηλεκτρικές απώλειες και μειώνει την αποδιδόμενη ηλ. Ισχύ B) Η μείωση της R_{shunt} οδηγεί στη μείωση της παραγόμενης ισχύς [Πηγή 1]

3.4.2 Συνθήκες ανοιχτοκύκλωσης – βραχυκύκλωσης – φόρτισης

Σε περίπτωση που έχουμε ανοιχτοκύκλωμα (δηλαδή δεν έχουμε συνδεδεμένο φορτίο στην έξοδο του φωτοβολταϊκού), η τιμή της τάσης ανοιχτοκύκλωσης που προκύπτει, περιγράφεται από την πιο κάτω σχέση:

$$V_{oc} = \frac{kT}{e} \ln\left(\frac{I_{ph}}{I_0} + 1\right)$$

Σε περίπτωση που έχουμε βραχυκύκλωμα στα άκρα του φωτοβολταϊκού, το ρεύμα βραχυκύκλωσης που προκύπτει, ισούται με το φωτόρευμα.

$$I_{sc} = I_{ph}$$

Σε περίπτωση όμως που συνδέσουμε κάποιο φορτίο, το ρεύμα και η τάση του φορτίου, εξαρτάται από το φορτίο που θα συνδέσουμε. Η τάση και το ρεύμα που παράγει το φωτοβολταϊκό, περιγράφεται από μια χαρακτηριστική, από την οποία προκύπτει και η μέγιστη τιμή ισχύος του φωτοβολταϊκού. Έτσι, για μια συγκεκριμένη τιμή της αντίστασης του φορτίου, έχουμε παραγωγή μέγιστης ισχύος του ΦΒ.

Ανάλογα τώρα με την ισχύ που παράγει ένα φωτοβολταϊκό, μπορούμε να ορίσουμε και το βαθμό απόδοσης. Ο βαθμός απόδοσης ενός ΦΒ στοιχείου, ορίζεται από το λόγο μεταξύ της μέγιστης αποδιδόμενης ηλεκτρικής ισχύος, προς την προσπίπτουσα φωτεινή ισχύ, ανά μονάδα επιφάνειας.

$$n = \frac{P_m}{H * A} = \frac{I_m * V_m}{H * A}$$

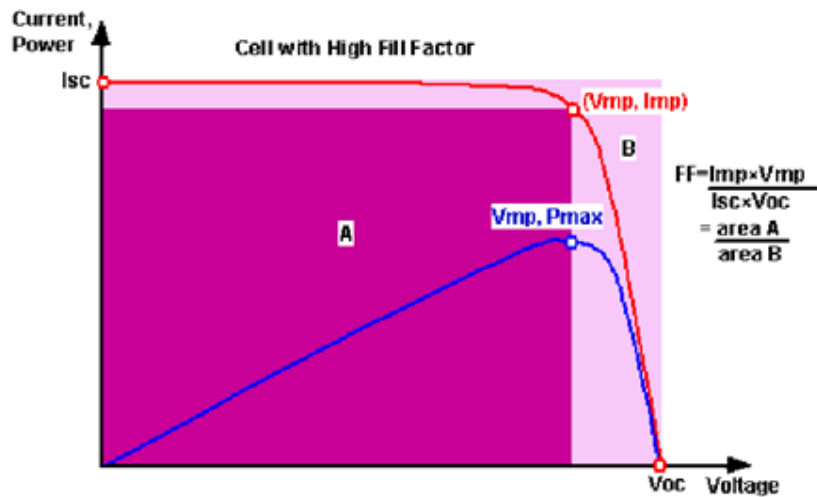
Όπου, H: ένταση της ακτινοβολίας στην επιφάνεια του ΦΒ στοιχείου

A: το εμβαδό της επιφάνειας του ΦΒ στοιχείου

Ένας άλλος συντελεστής ο οποίος είναι χρήσιμος για την περιγραφή ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου, είναι ο συντελεστής πλήρωσης, ο οποίος περιγράφεται από την πιο κάτω σχέση:

$$FF = \frac{I_m * V_m}{I_{sc} * V_{oc}}$$

Ο συντελεστής πλήρωσης αντιπροσωπεύει το λόγο του εμβαδού του μέγιστου ορθογώνιου που μπορεί να εγγραφεί στη χαρακτηριστική καμπύλη I-V του στοιχείου υπό συνθήκες ακτινοβολίας, προς το εμβαδό που ορίζεται από τις τιμές του ρεύματος βραχυκύκλωσης και της τάσης ανοιχτοκύκλωσης. Πιο κάτω φαίνεται το σχήμα που δείχνει την I – V χαρακτηριστική, P – V χαρακτηριστική και το συντελεστή πλήρωσης:



Γραφική παράσταση του ρεύματος εξόδου (cell output current) του ηλιακού κυττάρου (κόκκινη γραμμή) και της ηλεκτρικής ισχύος (μπλε γραμμή) συναρτήσει της τάσης. Ακόμα στην γραφική παράσταση αναπαριστάται το ρεύμα βραχυκυκλώματος (short-circuit current) (I_{sc}) και η τάση ανοικτού κυκλώματος (open-circuit voltage) (V_{oc}), όπως επίσης και το σημείο μέγιστης ισχύος (maximum power point) (V_{mp} , I_{mp}).

3.4.3. Παράγοντες που επηρεάζουν την I-V χαρακτηριστική

Η χαρακτηριστική καμπύλη ρεύματος - τάσης ($I - V$) ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, οι οποίοι επηρεάζουν είτε το ρεύμα είτε την τάση. Ο κυριότερος παράγοντας που επηρεάζει την ένταση του ρεύματος που παρέχει το ΦΒ στοιχείο, είναι η ποσότητα της ακτινοβολίας που δέχεται το στοιχείο, ανάλογα με το εμβαδό της επιφάνειας του στοιχείου. Όσο μεγαλύτερη είναι η ακτινοβολία που δέχεται, ανά μονάδα επιφάνειας, τόσο μεγαλύτερη είναι τιμή του ρεύματος που παράγεται.

Άλλος σημαντικός παράγοντας, είναι το ενεργειακό διάκενο του ημιαγωγού στοιχείου που θα χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή του ηλιακού στοιχείου, αφού ανάλογα με το ενεργειακό διάκενο, απορροφάται και η αντίστοιχη ενέργεια από τα φωτόνια. Η ενέργεια που απορροφάται από ένα στοιχείο είναι ίση με το ενεργειακό του διάκενο. Ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο με μικρό ενεργειακό διάκενο, μπορεί να απορροφά περισσότερα φωτόνια, αλλά η ενέργεια που απορροφά από κάθε φωτόνιο, είναι πολύ μικρή. Αντίθετα, ένα με μεγάλο ενεργειακό διάκενο, απορροφά λιγότερα φωτόνια, αλλά περισσότερη ενέργεια από το κάθε φωτόνιο. Έτσι προτιμάται ένα στοιχείο, με μέσω ενεργειακό διάκενο, έτσι ώστε να απορροφούνται αρκετά φωτόνια με ικανοποιητική ενέργεια.

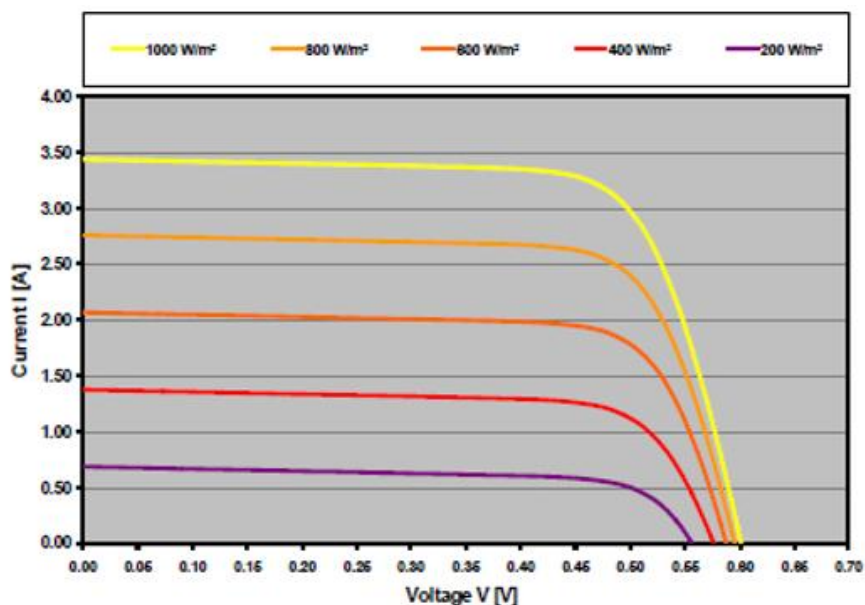
Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει σημαντικά τη χαρακτηριστική I-V, είναι η θερμοκρασία. Η θερμοκρασία αυξάνεται στο ΦΒ στοιχείο, γιατί μέρος της ακτινοβολίας που προσπίπτει στο στοιχείο και δεν απορροφάται, μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια. Έτσι η μεγάλη πρόσπτωση φωτονίων που δεν απορροφούνται,

προκαλούν αύξηση της θερμοκρασίας. Η θερμοκρασία επηρεάζει τη χαρακτηριστική με δύο τρόπους, και μέσω του ρεύματος, και μέσω της τάσης. Με την αύξηση της θερμοκρασίας, αυξάνεται ελαφρώς το ρεύμα βραχυκύκλωσης, λόγω της αύξησης του μήκους διάχυσης των φορέων μειονότητας που δημιουργούνται, άρα και αύξηση του πλήθους των φορέων που καταφέρνουν να φτάσουν στον απέναντι χώρο της διάταξης όπου έχουμε τους φορείς πλειονότητας. Επίσης με αύξηση της θερμοκρασίας, προκαλείται μείωση της τάσης ανοιχτοκύκλωσης, σε βαθμό μεγαλύτερο από την αύξηση του ρεύματος ανοιχτοκύκλωσης. Η έντονη αυτή ελάττωση της τάσης, οφείλεται στο γεγονός ότι εξαρτάται από το ρεύμα κόρου της διόδου, που εξαρτάται σημαντικά από τη θερμοκρασία. Συνοπτικά, η αύξηση της θερμοκρασίας, προκαλεί μειωμένη παραγωγή τάσης, που δεν μας βοηθά στην παραγωγή ισχύος.

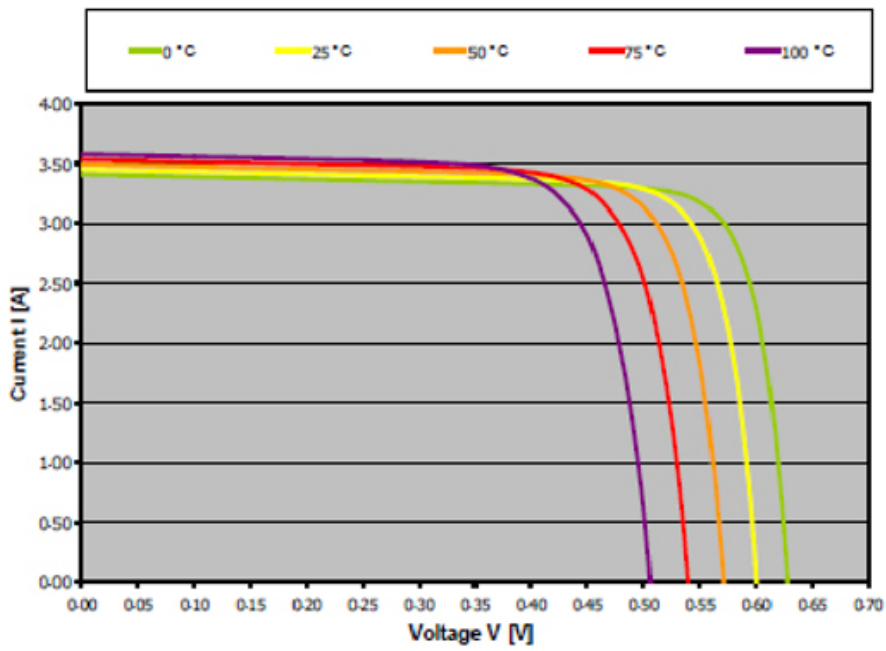
Επίσης, ο συντελεστής κατασκευής και ποιότητας του ΦΒ στοιχείου, δείχνει πόσο κοντά στην ιδανική συμπεριφορά της διόδου είναι το ΦΒ μας στοιχείο, έτσι ώστε να μην υπάρχει επανασύνδεση φορέων μέσα στην περιοχή ανταλλαγής φορτίου.

Τέλος, την χαρακτηριστική καμπύλη, επηρεάζουν οι τιμές της αντίστασης σειράς και της παράλληλης αντίστασης, τις οποίες παρατηρήσαμε στο πλήρες ισοδύναμο κύκλωμα του ΦΒ στοιχείου, πιο πάνω. Όσο πιο μικρή τιμή έχει η εν σειρά αντίσταση, τόσο πιο μεγάλη παραγωγή ισχύος έχουμε, ενώ όσο πιο μεγάλη τιμή έχει η παράλληλη αντίσταση τόσο πιο μεγάλη παραγωγή ισχύος έχουμε.

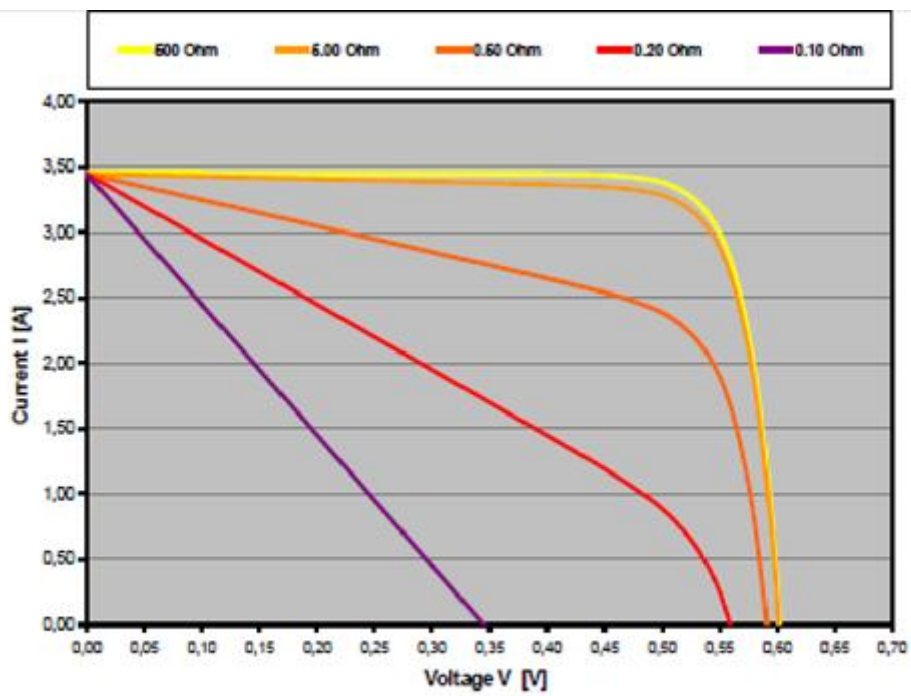
Ακολουθούν οι χαρακτηριστικές που περιγράφουν την κάθε περίπτωση:



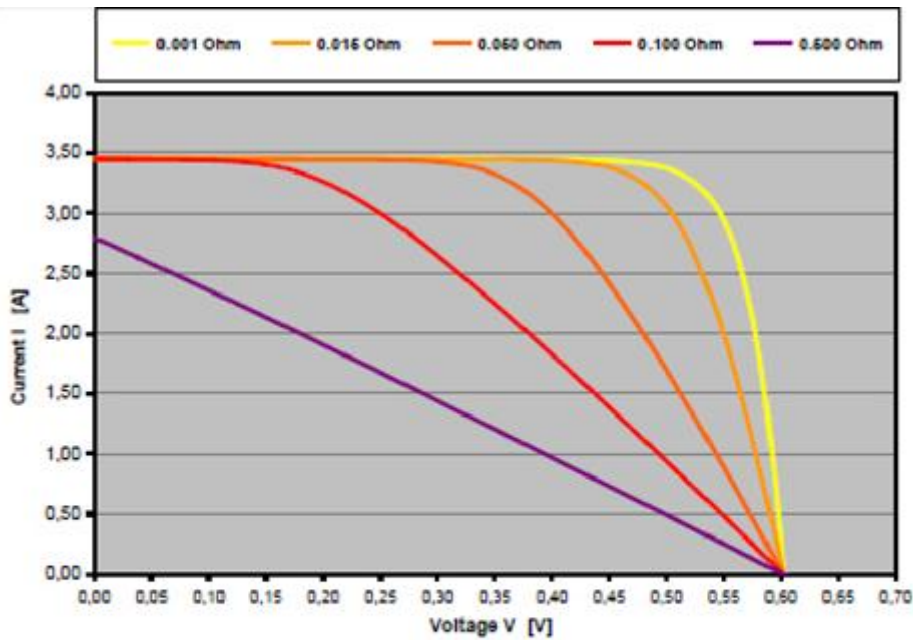
I-V χαρακτηριστική για διαφορετικές τιμές ακτινοβολίας



I-V χαρακτηριστική για διαφορετικές θερμοκρασίες



I-V χαρακτηριστική πραγματικού ηλεκτρικού κυκλώματος κυψέλης με διαφορετικές αντιστάσεις παράλληλα



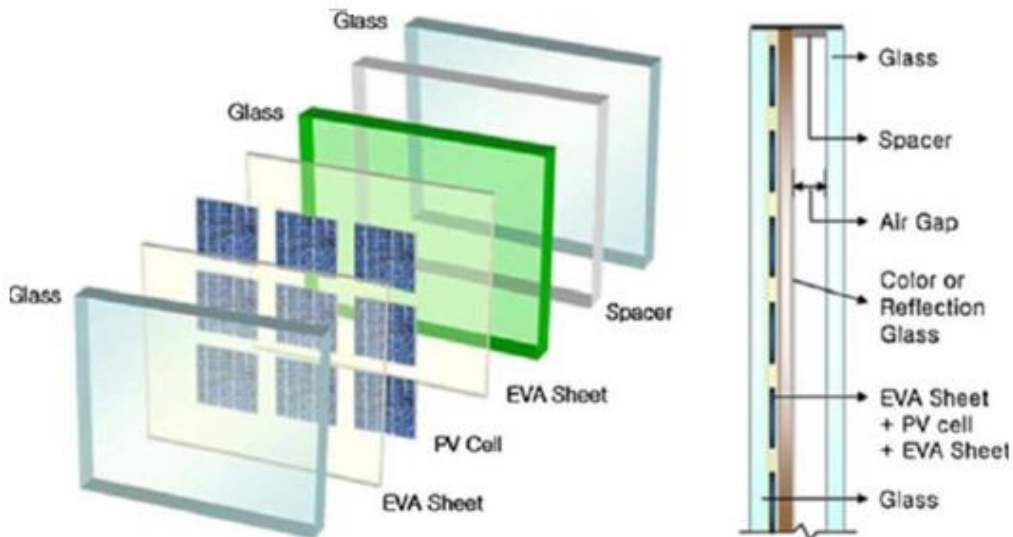
I-V χαρακτηριστική πραγματικού ηλεκτρικού κυκλώματος κυψέλης με διαφορετικές αντιστάσεις σε σειρά

3.5 Φωτοβολταϊκό πάνελο

Μια ηλιακή κυψελή, δεν μπορεί από μόνη της να τροφοδοτήσει κανένα φορτίο, γι αυτό συνδέονται πολλές κυψέλες μεταξύ τους. Αν συνδεθούν πολλές ηλιακές κυψέλες, τότε δημιουργείται το ηλιακό πλαίσιο. Επειδή όμως οι κυψέλες είναι ευαίσθητες στις κακές περιβαλλοντικές συνθήκες και είναι επιρρεπείς στις μηχανικές βλάβες, είναι τοποθετημένες με τέτοιο τρόπο ώστε να προστατεύονται. Το ΦΒ πάνελο αποτελείται από ένα ειδικό γυαλί, από ένα συμπυκνωμένο υλικό για την ενθυλάκωση των κυψελών και από τις ηλιακές κυψέλες. Τα υλικά αυτά είναι τοποθετημένα σε στρώματα με την εξής σειρά:

- Ειδικό γυαλί
- Συμπυκνωμένο υλικό (EVA)
- Ηλιακές κυψέλες
- Συμπυκνωμένο υλικό (EVA)
- Ειδικό γυαλί
- Κενό αέρος
- Ειδικό γυαλί

Τα γυαλιά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή του πλαισίου, είναι διαφανή, και αντανακλούν τη θερμότητα. Το συμπυκνωμένο υλικό έχει καλή ηλεκτρική μόνωση και μεγάλη διαπερατότητα στο φως.



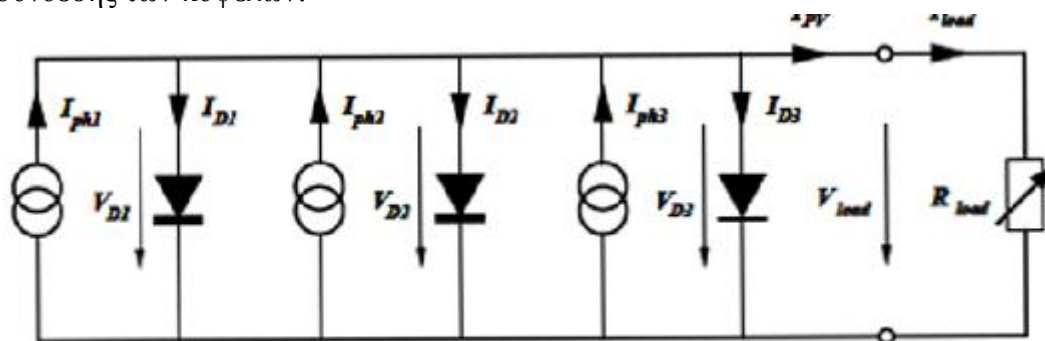
Δομή Φ/Β πλαισίου

3.5.1 Εσωτερική Σύνδεση πανέλων

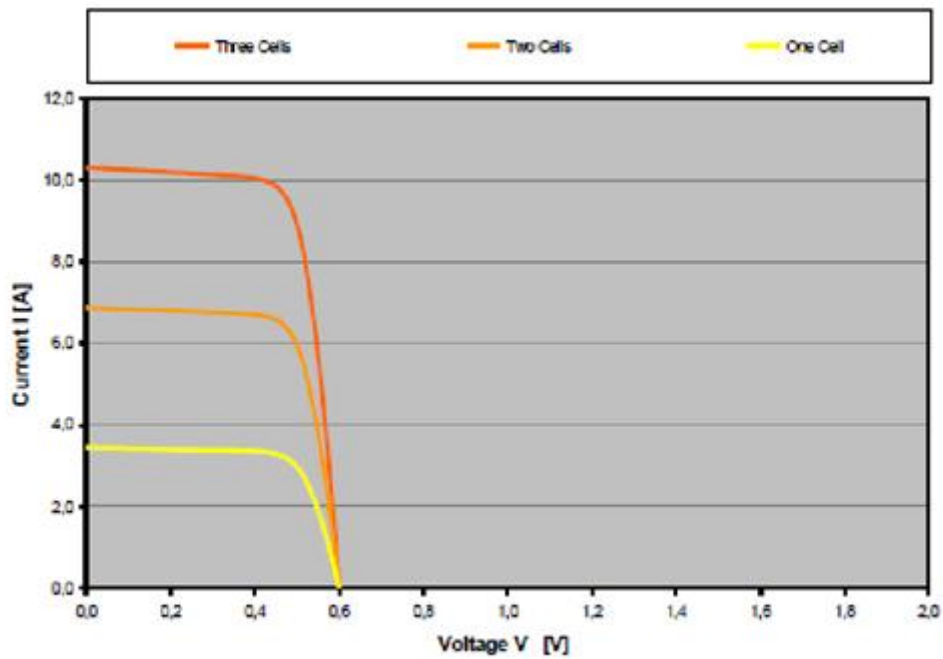
Ανάλογα με την τάση και το ρεύμα που θέλουμε να μας παράγει ένα ηλιακό πλαίσιο για την παραγωγή της απαιτούμενης ισχύος, τοποθετούμε στο πάνελ τις κυψέλες με τον αντίστοιχο τρόπο. Οι κυψέλες μέσα στο πάνελ μπορούν να τοποθετηθούν είτε σε σειρά είτε παράλληλα. (απαραίτητη προϋπόθεση είναι όλες οι κυψέλες να είναι ίδιες)

3.5.1.1 Παράλληλη σύνδεση

Σε ένα πλαίσιο, όσες περισσότερες κυψέλες υπάρχουν συνδεδεμένες παράλληλα, τόσο μεγαλύτερο είναι το ρεύμα που παράγεται. Αυτό συμβαίνει, γιατί σε μια παράλληλη σύνδεση, το ρεύμα εξόδου, είναι το άθροισμα των ρευμάτων των κυψελών. Αντίθετα, η τάση όλων των παράλληλων κυψελών είναι ίδια και είναι ίση με την τάση που δίνει το πλαίσιο. Πιο κάτω έχουμε τη χαρακτηριστική I-V, για παράλληλες συνδεδεμένες κυψέλες, καθώς επίσης και το κύκλωμα παράλληλης σύνδεσης των κυψελών:



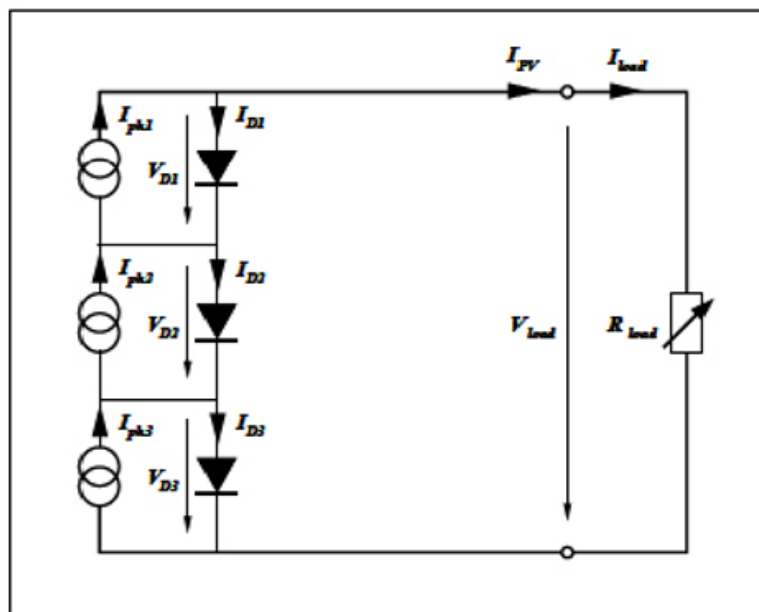
Ηλεκτρικό κύκλωμα παράλληλης σύνδεσης κυψελών



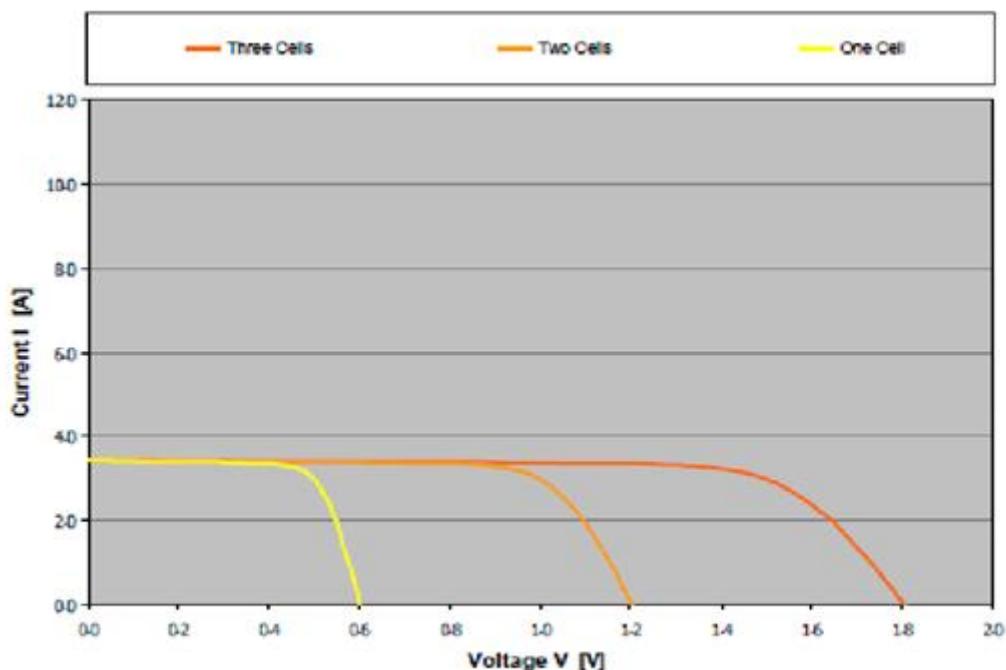
I-V χαρακτηριστική για τρεις παράλληλες συνδεδεμένες κυψέλες

3.5.1.2 Σύνδεση σε σειρά

Σε περίπτωση που οι κυψέλες στο πλαίσιο συνδέονται σε σειρά, τότε το ρεύμα εξόδου που λαμβάνουμε, είναι ίσο με το ρεύμα της μιας κυψέλης, ενώ η τάση που λαμβάνουμε είναι το άθροισμα των τάσεων όλων των κυψελών που βρίσκονται σε σειρά. Πιο κάτω φαίνεται το κύκλωμα με ηλιακές κυψέλες που είναι συνδεδεμένες σε σειρά καθώς και η χαρακτηριστική I-V:



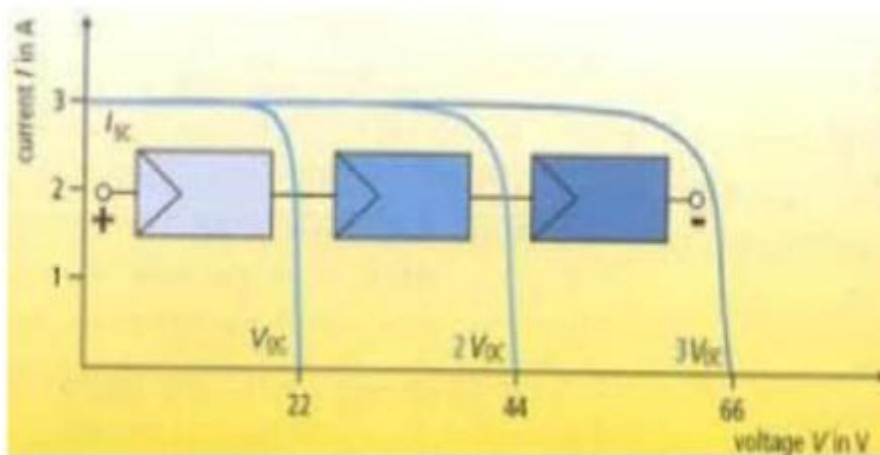
Ηλεκτρικό κύκλωμα σύνδεσης κυψελών σε σειρά



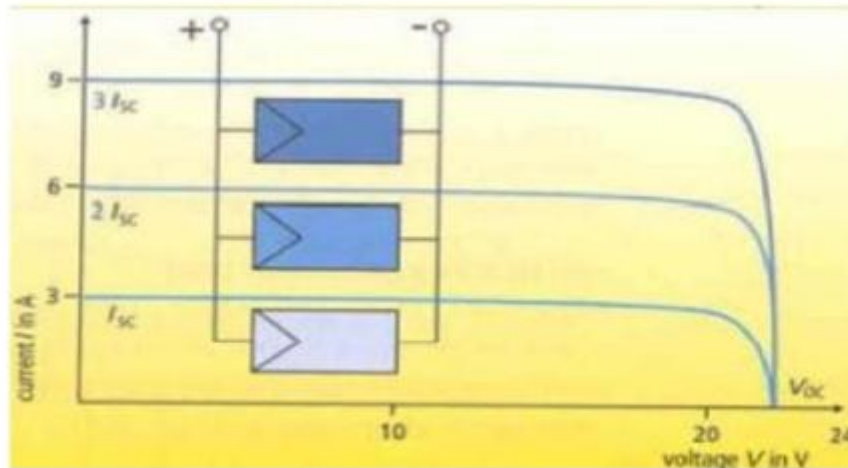
I-V χαρακτηριστική για τρεις σε σειρά συνδεδεμένες κυψέλες

Συνοψίζοντας, όσο μεγαλύτερη τάση χρειαζόμαστε, τόσες περισσότερες κυψέλες συνδέουμε σε σειρά και όσο μεγαλύτερο ρεύμα χρειαζόμαστε τόσο περισσότερες συνδέουμε παράλληλα.

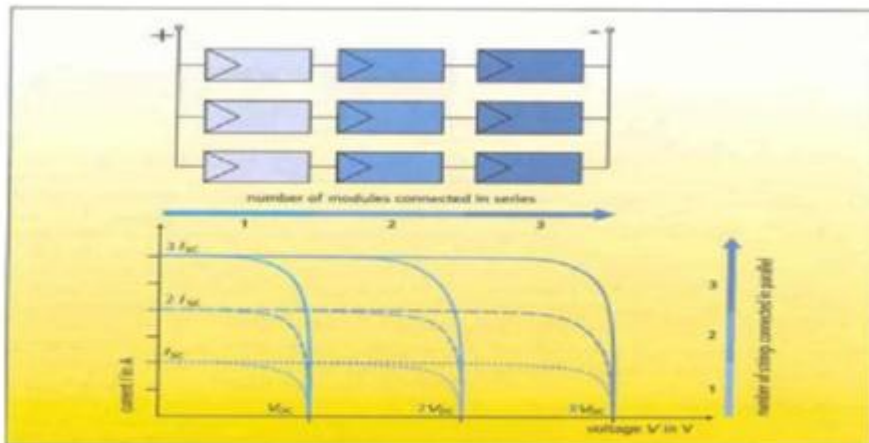
Με την ίδια λογική, γίνεται και η σύνδεση των φωτοβολταϊκών πανέλων μεταξύ τους σε μια εγκατάσταση. Όταν συνδεθούν περισσότερα φωτοβολταϊκά πλαίσια σε σειρά, τότε έχουμε μια συστοιχία (string). Το ρεύμα που προκύπτει από τη συστοιχία, είναι το ρεύμα του ενός πανέλου, ενώ η τάση που παράγεται, είναι ίση με το άθροισμα των τάσεων όλων των πανέλων που είναι σε σειρά. Αν χρειαζόμαστε όμως μεγαλύτερο ρεύμα, μπορούμε να τοποθετήσουμε παράλληλα, όμοιες συστοιχίες, έτσι ώστε το ρεύμα εξόδου να είναι ίσο με το άθροισμα των ρευμάτων των παράλληλων συστοιχιών.



Σε σειρά σύνδεση φωτοβολταϊκών πλαισίων - Αύξηση της συνολικής τάσης.



Παράλληλη σύνδεση φωτοβολταϊκών πλαισίων-Αύξηση του συνολικού ρεύματος



Μικτή σύνδεση φωτοβολταϊκών πλαισίων-Αύξηση συνολικής τάσης και συνολικού ρεύματος.

3.5.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση και την παραγόμενη ισχύ ενός ΦΒ πανέλου - Πάρκου

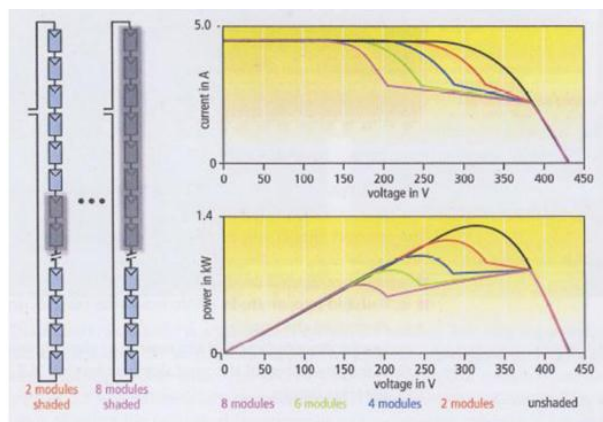
Στο σημείο αυτό της μελέτης μας, θα αναλύσουμε τους παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση ενός ΦΒ Πάρκου, έτσι ώστε να αποφύγουμε όσο γίνεται τις μεγάλες απώλειες και να έχουμε τη μεγαλύτερη δυνατή παραγόμενη ισχύ.

Η ισχύς αιχμής ενός φ/β πανέλου, είναι η μέγιστη ηλεκτρική ισχύς που μπορεί να αποδώσει ένα πανέλο, κάτω από τις πρότυπες συνθήκες ελέγχου. Η ισχύς αιχμής, είναι και το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό ενός πανέλου, για το οποίο γίνεται και η επιλογή του, για την κάλυψη των αναγκών του παραγωγού – καταναλωτή. Για να μπορέσουμε όμως να υπολογίσουμε ακριβώς την ισχύ την οποία παίρνουμε στην έξοδο του συστήματος πρέπει να υπολογίσουμε και όλες τις απώλειες τις οποίες προκύπτουν στα διάφορα τμήματα του συστήματος. Οι απώλειες ενός συστήματος, επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες, οι οποίοι εξετάζονται αναλυτικά πιο κάτω.

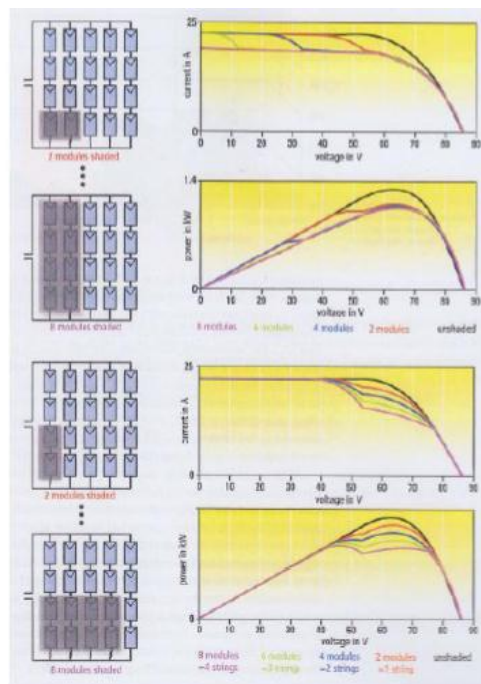
Ο πρώτος παράγοντας, που επηρεάζει σημαντικά την παραγωγή, είναι οι κλιματικές συνθήκες που θα επικρατούν στην περιοχή στην οποία θα γίνει η τοποθέτηση των πλαισίων. Πιο κάτω θα αναλυθούν οι κυριότερες κλιματικές συνθήκες που επηρεάζουν την απόδοση:

- Ο κυριότερος παράγοντας που επηρεάζει σημαντικά την παραγωγή, είναι οι κλιματικές συνθήκες που θα επικρατούν στην περιοχή στην οποία θα γίνει η τοποθέτηση των πλαισίων. Αρχικά μας επηρεάζει η **ηλιακή ακτινοβολία** αφού είναι και απαραίτητο για τη λειτουργία του φωτοβολταϊκού. Η παραγωγή της ισχύος, εξαρτάται άμεσα από την απορροφούμενη ηλιακή ενέργεια. Η ηλιακή ενέργεια που απορροφάται, εξαρτάται από το μήκος κύματος του φωτονίου που θα απορροφηθεί, από την ισχύ της ηλιακής ακτινοβολίας, αλλά και από τη γωνιά πρόσπτωσης της ακτινοβολίας στο πανέλο. Έτσι, , όταν θα γίνει η τοποθέτηση των πανέλων, θα γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε να έχουμε τη μεγαλύτερη δυνατή απορρόφηση και άρα τη μικρότερη γωνιά πρόσπτωσης. Αξίζει επίσης εδώ να σημειωθεί ότι η ένταση της ακτινοβολίας που φτάνει στη γη, εξαρτάται από το μήκος της ατμόσφαιρας που διαπερνά η ακτινοβολία. Όσο μεγαλύτερο είναι αυτό το μήκος, τόσο μικρότερη είναι η ένταση της ακτινοβολίας. Για να περιγράψουμε το μήκος αυτό, χρησιμοποιούμε τον όρο της αερίου μάζας (AM), ο οποίος είναι ο λόγος της διαδρομής του φωτός μέσα στην ατμόσφαιρα, προς το συνολικό πάχος της ατμόσφαιρας. Έτσι όσο πιο μικρό AM έχουμε, τόσο πιο μεγάλη ένταση ακτινοβολίας έχουμε.
- Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η **θερμοκρασία** είναι ένας σημαντικός παράγοντας που μας επηρεάζει. Η πρότυπη θερμοκρασία που λειτουργεί ένα φωτοβολταϊκό πλαίσιο (κυψέλη), είναι στους 25° C. Σε περίπτωση που έχουμε αυξημένες θερμοκρασίες, η απόδοση του πλαισίου μειώνεται αρκετά (περισσότερο από 14%). Γι' αυτό το καλοκαίρι, έχουμε μια μείωση της απόδοσης λόγω της θερμοκρασίας. Έτσι προτιμάται εκεί που θα γίνει η εγκατάσταση, να υπάρχει αρκετή ηλιακή ακτινοβολία αλλά να μην υπάρχουν πολύ ψηλές θερμοκρασίες.
- Άλλη κλιματολογική συνθήκη η οποία επηρεάζει, ίσως πιο έμμεσα, είναι η ταχύτητα του ανέμου που υπάρχει στην περιοχή. Όσο πιο ψυχρούς ανέμους έχουμε και όσο πιο υψηλές ταχύτητες ανέμου έχουμε, πετυχαίνουμε μεγαλύτερη μείωση της θερμοκρασίας και έτσι καλύτερη απόδοση των πανέλων. Βέβαια δεν επιλέγεται περιοχή με πολύ υψηλούς ανέμους, για να αποφευχθεί ο κίνδυνος να πάθει ζημιά η εγκατάσταση λόγω ανέμων.
- Ένα φαινόμενο το οποίο προσπαθούμε να αποφύγουμε όσο γίνεται στις φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις, είναι το φαινόμενο της **σκίασης**. Σκίαση μπορεί να προκληθεί από διάφορα αντικείμενα, από ένα κτίριο, από ένα δέντρο, από τα πανέλα μεταξύ τους. Η σκίαση όμως μιας ηλιακής κυψέλης,

μπορεί να προκαλέσει αχρήστευση ολόκληρου του πάνελου. Όπως γνωρίζουμε, οι κυψέλες σε ένα πλαίσιο είναι τοποθετημένες σε σειρά. Μια κυψέλη, λειτουργεί σαν μια δίοδο p-n. Έτσι μια σκιασμένη κυψέλη, λειτουργεί σαν μια δίοδο, η οποία δέχεται από τις υπόλοιπες κυψέλες μια ισχυρή ανάστροφη τάση, όταν το κύκλωμα είναι κλειστό. Η τάση όμως αυτή μπορεί να είναι αρκετά μεγάλη που να προκαλέσει τη διάσπαση της δίοδου – κυψέλης και έτσι την καταστροφή της. Το γεγονός αυτό, μπορεί να προκαλέσει την αχρήστευση όλου του πάνελου Έτσι, για να αποφύγουμε το ανεπιθύμητο αυτό φαινόμενο, τοποθετούμε παράλληλα σε κάθε ομάδα κυψελών, που είναι συνδεδεμένες σε σειρά, δίοδους παράκαμψης, για να βγάλουμε εκτός μόνο τις κυψέλες που έχουν πρόβλημα και έτσι να κρατήσουμε το υπόλοιπο πλαίσιο μέσα στο σύστημα μας.

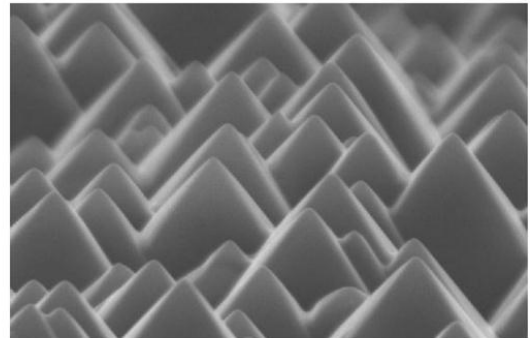
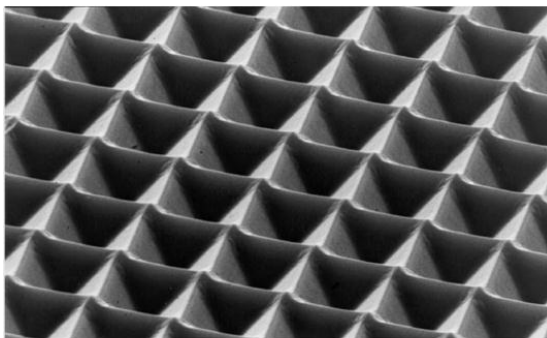


Σύνδεση πλαισίων εν σειρά και επίδραση της σκίασης στην καμπύλη I-V



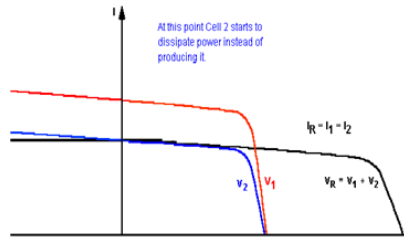
Περιπτώσεις σκίασης και χαρακτηριστικές καμπύλες I-V για παράλληλη σύνδεση πλαισίων

- Άλλος σημαντικός παράγοντας, είναι η ρύπανση που υπάρχει στην ατμόσφαιρα και επηρεάζει τα πλαίσια. Στην ατμόσφαιρα, ανάλογα και με την περιοχή στην οποία είναι η εγκατάσταση, υπάρχουν σκόνες, φύλλα από δέντρα, καυσαέρια από αυτοκίνητα και εργοστάσια, χιόνια σε χειμερινές περιόδους, τα οποία επικάθονται πάνω στα πλαίσια. Αυτό όμως προκαλεί κάποιου είδους σκίαση των φωτοβολταϊκών κυψελίδων και ταυτόχρονη μείωση της παραγωγής. Έτσι είναι αναγκαίο, ανάλογα και με το ποσοστό της ρύπανσης, να γίνεται καθαρισμός των πλαισίων ανά τακτά χρονικά διαστήματα.
- Ένας άλλος λόγος μείωσης της απόδοσης, τον οποίο δεν μπορούμε να αποφύγουμε, είναι η γήρανση των πλαισίων. Με το χρόνο, τα πλαίσια παθαίνουν φθορά, γι' αυτό έχουν και μείωση της απόδοσης τους. Έχουμε περίπου 1% μείωση της απόδοσης κάθε χρόνο, λόγω γήρανσης
- Ακόμα, ένας παράγοντας που επηρεάζει την απόδοση ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου, είναι η ανάκλαση, αφού μέρος των φωτονίων ανακλόνται χωρίς να απορροφηθούν. Οι απώλειες που οφείλονται στην ανάκλαση ονομάζονται οπτικές απώλειες και ο καλύτερος τρόπος αντιμετώπισης αυτού του προβλήματος, είναι η τοποθέτηση αντανάκλαστικών επιστρώσεων στην επιφάνεια που ακτινοβολείται, ή η μετατροπή της επιφάνειας που ακτινοβολείται σε πιο τραχεία. Έπειτα, την απόδοση ενός πλαισίου επηρεάζει και η τοποθέτηση των στοιχείων μεταξύ τους μέσα στο πλαίσιο και ο συντελεστής απόδοσης αυτού του παράγοντα ορίζεται ως το ποσοστό της επιφάνειας που είναι τοποθετημένα τα στοιχεία προς το ολικό εμβαδό του πλαισίου.

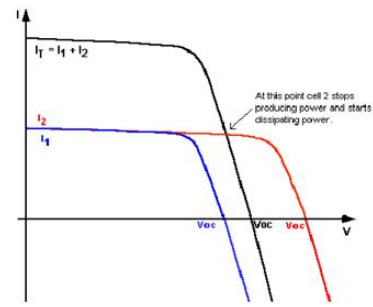


Φωτογραφία από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο όπου απεικονίζεται μια επιφάνεια στην οποία έχει εφαρμοστεί η διαδικασία της αλλαγής υφής.

- Απώλειες μπορεί να έχουμε επίσης λόγω ανομοιογενείας των ηλεκτρικών χαρακτηριστικών $I - V$ των ϕ/β πλαισίων, που απαρτίζουν τις ΦΒ συστοιχίες.



Το κακό ταιρίσισμα ρεύματος δύο κυττάρων που ενώνονται σε σειρά αποτελεί ένα αρκετά κοινό και ταυτόχρονα σημαντικό πρόβλημα διασύνδεσης ηλιακών κυττάρων. Το ολικό I_{sc} του κυκλώματος περιορίζεται από το I_{sc} του κυττάρου χαμηλής ποιότητας.



Κακό ταιρίσισμα τάσης σε κύτταρα που ενώνονται παράλληλα.

- Τέλος, απώλειες σε ένα φωτοβολταϊκό σύστημα έχουμε και από το ηλεκτρικό κομμάτι του συστήματος. Έχουμε απώλειες πάνω στις διόδους, στους αγωγούς, στις διατάξεις μετατροπής, προστασίας, ελέγχου, στους συσσωρευτές.

Συγκεντρώνοντας όλες αυτές τις απώλειες, για να υπολογιστεί η ενέργεια που μπορεί να παράχθει από ένα εγκατεστημένο φωτοβολταϊκό πάρκο μιας συγκεκριμένης ισχύς, χρησιμοποιούμε την πιο κάτω σχέση:

$$E_T = \frac{P_a * \Pi * \sigma_{\Sigma\text{ΑΦ}\Pi} * \sigma_{\text{ΜΗΕ}}}{P_{\text{STC}} * \sigma_{\text{ΥΜ}}} * \frac{N - n}{N}$$

(Ο όρος $(N-n)/N$ λαμβάνεται υπόψιν μόνο αν έχουμε αποθήκευση στο σύστημα)

Όπου:

E_T : η συνολική ημερήσια ενέργεια (Wh/d)

P_a : η ισχύς αιχμής της ΦΒ εγκατάστασης (Wp)

Π : η διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια στην περιοχή (kWh/m^2d)

P_{STC} : η πυκνότητα ισχύος της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας σε πρότυπες συνθήκες STC, $P_{\text{STC}} = 1kW/m^2$

$\sigma_{\text{ΥΜ}} = 1,2$: συντελεστής υπερεκτίμησης μελέτης (επαναπροσδιορισμός ενεργειακών καταναλώσεων για να καλυφθεί μια πιθανή υποεκτίμηση των πραγματικών αναγκών της κατανάλωσης)

$\sigma_{\text{ΜΗΕ}} = 0.75 - 0.99$ (ανάλογα με το σύστημα που έχουμε)

N : η περίοδος λειτουργίας στην οποία καθορίζονται οι ημέρες αυτοδυναμίας του συστήματος

n : οι προβλεπόμενες μέρες αυτοδυναμίας στο σύστημα, σε δεδομένη περίοδο λειτουργίας

$\sigma_{\Sigma\text{ΑΦ}\Pi}$: συντελεστής απωλειών του ΦΒ πεδίου

$$\sigma_{\Sigma\Lambda\Phi\Pi} = \sigma_{\theta}\sigma_{\rho}\sigma_{\gamma}\sigma_{\delta}\sigma_{\alpha}\sigma_{\kappa}$$

Όπου:

σ_{θ} : ο συντελεστής θερμοκρασιακής διόρθωσης $0,9 < \sigma_{\theta} < 0,94$

σ_{ρ} : ο συντελεστής ρύπανσης $0,8 < \sigma_{\rho} < 0,95$

σ_{γ} : ο συντελεστής γήρανσης $\sigma_{\gamma} = 0,9$

σ_{δ} : ο συντελεστής απωλειών διόδων $\sigma_{\delta} = 0,99$

σ_{α} : ο συντελεστής ανομοιογένειας $0,95 < \sigma_{\alpha} < 0,99$

σ_{κ} : ο συντελεστής καλωδιώσεων $0,95 < \sigma_{\kappa} < 0,98$

3.6 Εγκατάσταση ΦΒ πινέλων

Αφού μελετήσαμε τους παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την ηλιακή ενέργεια, θα μελετήσουμε τον τρόπο που μπορούν να τοποθετηθούν τα πλαίσια, έτσι ώστε να έχουμε το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα.

Ο προσανατολισμός της επιφάνειας των πλαισίων παίζει σημαντικό ρόλο στην πυκνότητα της ακτινοβολίας που θα δέχονται, αφού η επιφάνεια είναι ο δέκτης των ηλιακών ακτινών. Με τον κατάλληλο προσανατολισμό, έχουμε βέλτιστη εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, γι' αυτό και βέλτιστη παραγωγή ενέργειας.

Ο ήλιος κατά τη διάρκεια της ημέρας μετακινείται, ενώ μετακινείται διαφορετικά για κάθε μέρα του έτους (όπως είδαμε στο κεφάλαιο 2). Έτσι έχουμε σαν αποτέλεσμα να έχουμε συνέχεια μια διαφορετική γωνιά πρόσπτωσης στο πλαίσιο. Για να υπάρχει συνέχεια βέλτιστη παραγωγή ενέργειας, θα πρέπει να τοποθετηθεί σύστημα το οποίο θα ακολουθεί την πορεία του ήλιου για όλη τη διάρκεια της μέρας. Επειδή όμως αυτό το σύστημα είναι πιο ακριβό, δεν είναι τόσο διαδεδομένο. Έτσι συνηθίζεται τα πάνελα να τοποθετούνται σε ένα σταθερό σημείο, ώστε να επιτυγχάνεται μέση ετήσια γωνιά πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας πιο κοντά στις 90° και να έχουμε όσο το δυνατό μεγαλύτερη εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας.

Στο βόρειο ημισφαίριο τα πλαίσια τοποθετούνται έτσι ώστε να βλέπουν στο νότο (μηδενική αζιμούθια γωνιά), με κλίση περίπου ίση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής. Ανάλογα όμως με την περίοδο που βρισκόμαστε, η βέλτιστη κλίση είναι διαφορετική. Πιο κάτω παρατίθεται ο πίνακας με τη βέλτιστη κλίση των πλαισίων σε κάθε περίοδο:

Περίοδος	Χειμερινή	Εαρινή Ισημερία	Θερινή	Φθινοπωρινή Ισημερία
Διάρκεια	15/10 – 29/2	1/3 – 11/4	12/4 – 2/9	3/9 – 14/10
Βέλτιστη θέση πλαισίου	$\alpha = \varphi + 10$ $\Theta = 0$	$\alpha = \varphi$ $\theta = 0$	$\alpha = \varphi - 10$ $\Theta = 0$	$\alpha = \varphi$ $\theta = 0$

Για την εγκατάσταση των πλαισίων, υπάρχουν δύο εναλλακτικοί τρόποι τοποθέτησής τους. Ο πρώτος και πιο διαδεδομένος τρόπος, είναι να τοποθετηθούν σε ένα σταθερό σημείο, όπως αναφέραμε και πιο πάνω και η συστοιχία να δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία με τη φυσική της πυκνότητα και διακύμανση στη διάρκεια της ημέρας. Αυτός ο τρόπος εγκατάστασης είναι ο πιο φθηνός και ο πιο ασφαλής.

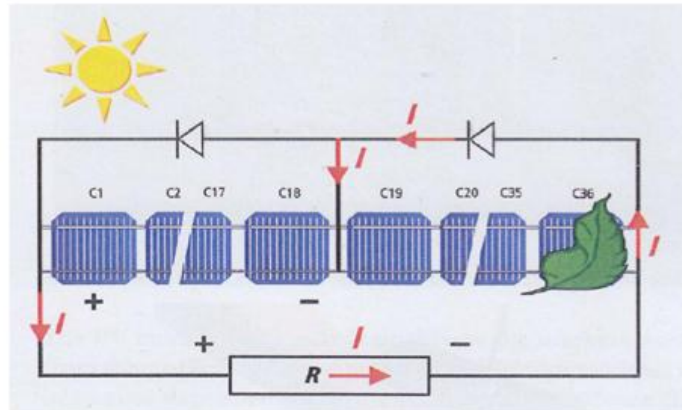
Ο δεύτερος τρόπος εγκατάστασης είναι σε κινητές βάσεις (trackers). Υπάρχουν δύο είδη κινητών βάσεων, ενός άξονα (όπου η βάση κινείται μόνο ως προς μια κατεύθυνση) και δύο αξόνων (όπου η βάση μετακινείται ως προς δύο κατευθύνσεις). Με αυτό τον τρόπο, τα πλαίσια τοποθετούνται πάνω σε κινητές βάσεις οι οποίες παρακολουθούν συνεχώς την πορεία του ήλιου, με σκοπό να δέχονται κάθετα την ηλιακή ακτινοβολία σε όλη τη διάρκεια του έτους και έτσι να έχουμε καλύτερη απόδοση. Αυτό επιτυγχάνεται με σύστημα, το οποίο ελέγχει συνεχώς την ένταση της ακτινοβολίας και αντίστοιχα και τη θέση του ήλιου. Η μέθοδος αυτή μας δίνει πολύ καλύτερη απόδοση (20-25% για βάση ενός άξονα και 40-45% για βάση διπλού άξονα), αλλά δεν προτιμάται αφού το κόστος του μηχανισμού είναι πολύ υψηλό και στις περισσότερες περιπτώσεις δεν έχουμε απόσβεση της εγκατάστασης. Εκτός απ' αυτό όμως υπάρχει κίνδυνος καταστροφής της εγκατάστασης από τους ανέμους, λόγω της μικρής μηχανικής αντοχής που έχει.

3.7 Σκίαση – Κατασκευαστικές λεπτομέρειες

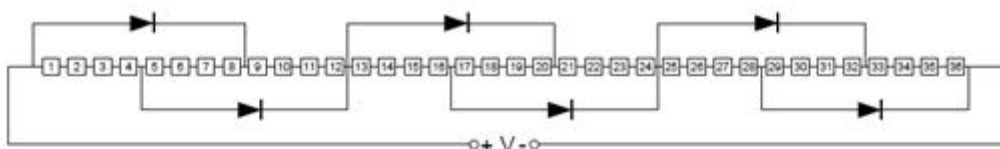
Ο σημαντικότερος παράγοντας που πρέπει να προσέξουμε κατά την εγκατάσταση των πλαισίων, είναι ο προσανατολισμός, τον οποίο αναλύσαμε πιο πάνω. Ένα άλλο σημείο όμως που πρέπει να προσέξουμε ιδιαίτερα, είναι η σκίαση που μπορεί να εμφανιστεί πάνω στα πανέλα, η οποία μπορεί να είναι και καταστροφική για το πανέλο. Γι' αυτό το λόγο, για την εγκατάσταση επιλέγεται χώρος, στον οποίο δεν έχουμε σκίαση από γύρω αντικείμενα (δέντρα, κτίρια, κτλ). Εκτός όμως από την εξωτερική σκίαση, πρέπει να προσέξουμε και την τοποθέτηση των πλαισίων, για να μην σκιάζονται μεταξύ τους. Για το λόγο αυτό υπολογίζετε η θέση που θα τα τοποθετηθεί, και οι υπολογισμοί γίνονται με βάση τα δεδομένα που έχουμε την 21^η Δεκεμβρίου. Χρησιμοποιούμε αυτά τα δεδομένα, γιατί στις 21 Δεκεμβρίου έχουμε τις δυσμενέστερες συνθήκες, αφού ο ήλιος είναι πιο χαμηλά από όλες τις υπόλοιπες μέρες και έτσι υπάρχει μεγαλύτερη σκίαση.

Σε περίπτωση σκίασης κάποιου πανέλου, μπορεί να μειωθεί η απόδοση του μέχρι και 80%, γιατί το ρεύμα μιας στοιχειοσειράς ΦΒ πανέλων, καθορίζεται από το μειωμένο

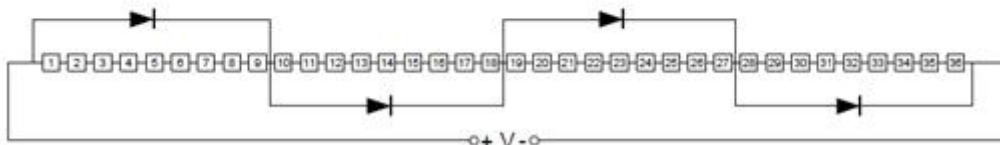
ρεύμα του σκιασμένου τμήματος. Επίσης οι επαναλαμβανόμενοι σκιασμοί σε ώρες υψηλής ακτινοβολίας, καταπονούν το σκιασμένο πλαίσιο, προκαλώντας του πρόωρη γήρανση. Έτσι για να αποφύγουμε τις επιπτώσεις που προκαλούνται λόγω σκίασης, τοποθετούνται διόδους παράκαμψης (bypass diode), όπως φαίνεται και στο πιο κάτω σχήμα.



Χρήση διόδου παράκαμψης για αποφυγή δημιουργίας θερμής κηλίδας



Διάταξη με στοιχεία που αλληλεπικαλύπτονται



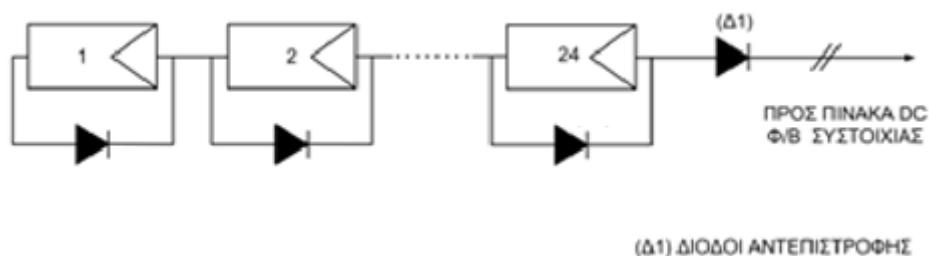
Διάταξη με στοιχεία που δεν αλληλεπικαλύπτονται

Οι διόδους αυτοί, τοποθετούνται παράλληλα από μια σειρά ηλιακών κυψελών – πλαισίων, με αντίστροφη πολικότητα από το πλαίσιο. Έτσι, σε κανονική λειτουργία του συστήματος, η διόδους λειτουργούν σαν ανοιχτοκύκλωμα και δεν επηρεάζουν την εγκατάσταση. Σε περίπτωση σκίασης όμως, το σκιασμένο πλαίσιο πολώνεται αντίστροφα, με αποτέλεσμα να θερμαίνεται και να δημιουργείται πρόβλημα. Έτσι η διόδους παράκαμψης πολώνεται ορθά, άγει το ρεύμα, το υπόλοιπο σύστημα λειτουργεί κανονικά και προστατεύονται τα πανέλα.

Μια άλλη διόδους, η οποία προβλέπεται να χρησιμοποιείται σε εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών, είναι η διόδους αντεπιστροφής. Η διόδους αυτή, τοποθετείται σε κάθε κλάδο – συστοιχία, και στο κεντρικό κιβώτιο όπου καταλήγουν οι γραμμές από όλους τους κλάδους που τοποθετούνται. Οι διόδους αυτοί, τοποθετούνται για δύο λόγους στο σύστημα:

- Ο πρώτος λόγος, είναι για να αποκλείουμε την εκφόρτιση των συσσωρευτών κατά τη διάρκεια της νύχτας. Κατά τη διάρκεια της νύχτας, αφού δεν υπάρχει ηλιακή ακτινοβολία, δεν υπάρχει παραγωγή ενέργειας. Έτσι το σύστημα μπορεί να απορροφήσει ενέργεια. Οι διόδοι αντεπιστροφής, εμποδίζουν τα πλαίσια να απορροφήσουν ενέργεια από τους συσσωρευτές και έτσι δεν εκφορτίζονται.
- Ο άλλος λόγος για τον οποίο τοποθετούνται αυτές οι διόδοι, είναι για να επιβάλλεται η φορά του ρεύματος στον κάθε κλάδο και να μην άγεται ρεύμα από τη μια συστοιχία στην άλλη, αφού είναι συνδεδεμένες παράλληλα. Σε περίπτωση που δεν είχαμε διόδους αντεπιστροφής, μπορεί μερικά από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια να λειτουργούσαν σαν φορτία και να απορροφούσαν ενέργεια την οποία παρήγαγαν άλλα πλαίσια. Έτσι με τις διόδους αποφεύγεται το ανεπιθύμητο αυτό φαινόμενο.

Οι διόδοι αντεπιστροφής, φαίνονται και στο πιο κάτω σχήμα:



[Πηγή 1]

Συνήθως, για διόδους αντεπιστροφής, χρησιμοποιούνται διόδοι επαφής p-n, αλλά σε μερικά συστήματα χρησιμοποιούνται διόδοι Shottky, οι οποίες έχουν μικρότερη πτώση τάσης, αλλά είναι πιο ακριβές. Οι απώλειες πάνω στις διόδους αντεπιστροφής, υπολογίζονται με το συντελεστή $\eta_D = 0,99$ συνήθως. Για την επιλογή των διόδων αυτών, έχουμε κάποια κριτήρια, τα οποία αναλύονται πιο κάτω :

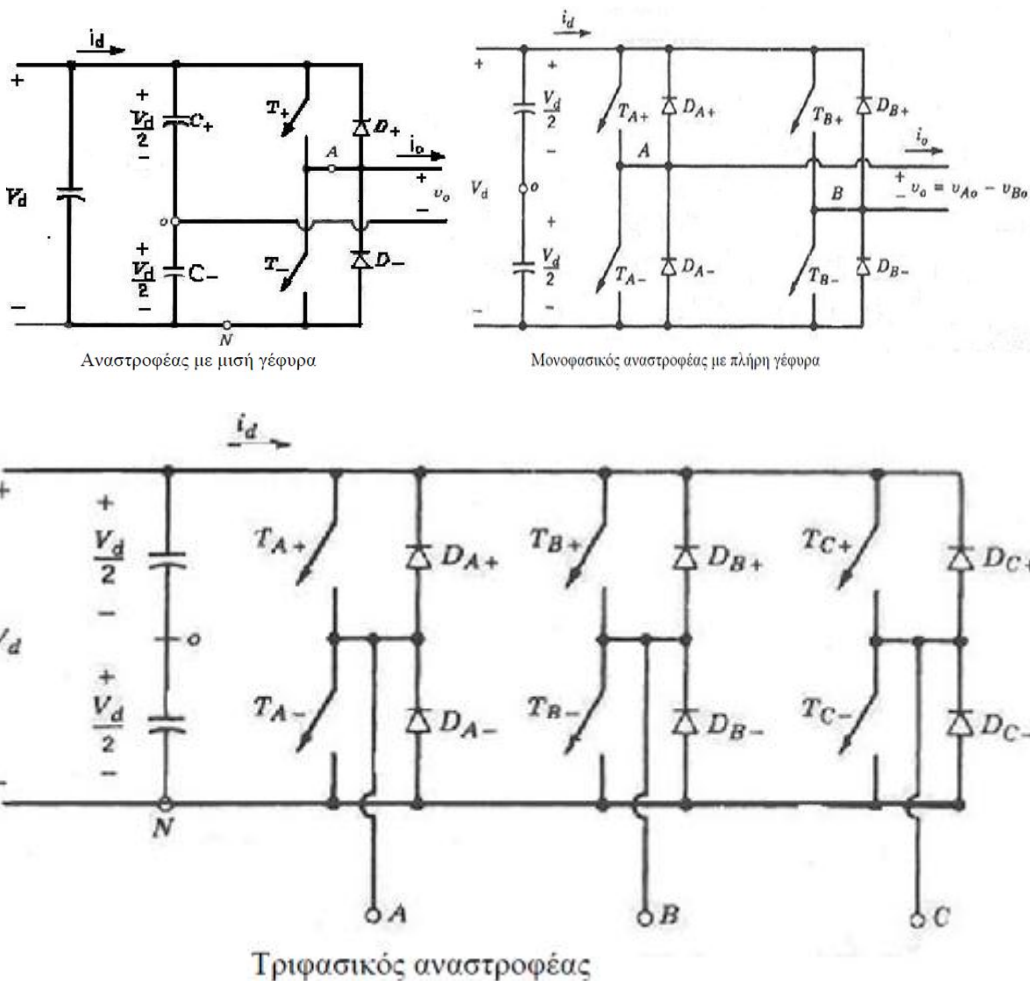
- Να έχουν ελάχιστη πτώση τάσης σε ορθή πόλωση σε ονομαστικό ρεύμα και πραγματική θερμοκρασία
- Να έχουν ικανοποιητική μέγιστη ανάστροφη τάση που πρέπει να σχετίζεται με τη μέγιστη τάση του ζύγου όπου συνδέονται οι συστοιχίες μαζί με τις υπερτιθέμενες στιγμιαίες υπερτάσεις καθώς και τις πιθανές συνθήκες βραχυκύκλωσης των αλυσίδων.
- Να έχουν μέγιστη επιτρεπτή θερμοκρασία λειτουργίας σε σταθερή κατάσταση.
- Να είναι αξιόπιστες.

Κεφάλαιο 4: Αναστροφέας (Inverter) – Μετατροπέας

4.1 Αναστροφέας

Ένα από τα πιο σημαντικά μέρη μιας φωτοβολταϊκής εγκατάστασης, είναι οι αναστροφείς (inverter). Όπως γνωρίζουμε, τα φωτοβολταϊκά πλαίσια παράγουν DC μεγέθη, τάση και ρεύμα. Οι περισσότερες συσκευές όμως λειτουργούν με AC ρεύμα – τάση. Εκτός από τις συσκευές όμως και το δίκτυο περιέχει AC μεγέθη. Έτσι για φωτοβολταϊκή εγκατάσταση, είτε είναι αυτόνομη είτε είναι συνδεδεμένη στο δίκτυο, χρειάζεται αναγκαστικά αναστροφέα, έτσι ώστε να λάβουμε τα εναλλασσόμενα μεγέθη που χρειαζόμαστε.

Ένας αναστροφέας, στηρίζει τη λειτουργία του σε κάποια στοιχεία (θυρίστορ), τα οποία έχουν την ιδιότητα να άγουν ή όχι, ανάλογα αν τους δίνεται παλμός έναυσης από κάποιο ανεξάρτητο κύκλωμα, ενώ σταματούν να άγουν πάλι αν τους δοθεί παλμός σβέσης ή αν για κάποιο λόγο που το διαρρέει μηδενιστεί. Έτσι τα στοιχεία αυτά ανοιγοκλείνουν ανά ομάδες, σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα, με αποτέλεσμα να παράγεται στην έξοδο του τάση η οποία μπορεί να προσαρμοστεί στο δίκτυο.



Κύριως σκοπός του αναστροφέα, είναι να διαμορφώνει κατάλληλα την τάση εξόδου του, έτσι ώστε η συνεχής τάση που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά, να μπορεί να προσαρμοστεί στην εναλλασσόμενη τάση του δικτύου. Πέραν όμως της μετατροπής της τάσης από συνεχή σε εναλλασσόμενη, μια κύρια λειτουργία του αναστροφέα είναι ο έλεγχος και η παρακολούθηση του σημείου μέγιστης ισχύος (MPPT), έτσι ώστε να προσαρμόζεται στο επιθυμητό σημείο λειτουργίας, ανά πάσα στιγμή και να παράγεται η βέλτιστη ισχύ. Ακόμα, ένας αναστροφέας περιλαμβάνει κάποια μέσα προστασίας, τα οποία προστατεύουν τον ίδιο, αλλά και την εγκατάσταση.

Ένας αναστροφέας, για να θεωρείται καλός και αξιόπιστος, πρέπει να πληρεί ορισμένες προϋποθέσεις. Μερικές από αυτές αναλύονται πιο κάτω:

- Πρέπει να αναγνωρίζει κάθε μέρα την παραγόμενη ισχύ της ΦΒ γεννήτριας, έτσι ώστε όταν φτάσει στο απαιτούμενο επίπεδο, να ξεκινά αυτόματα και να συνδέει το σύστημα παραγωγής στο δίκτυο.
- Ένας αναστροφέας πρέπει να έχει πολύ καλό βαθμό απόδοσης, δηλαδή να μην έχει μεγάλες απώλειες κατά τη μετατροπή των μεγεθών σε εναλλασσόμενα. Έτσι θα έχουμε τη μεγαλύτερη δυνατή ισχύ στην έξοδο του αναστροφέα, άρα και μεγαλύτερη παροχή ισχύος στο δίκτυο.
- Για την τροφοδοσία των ηλεκτρονικών εσωτερικού ελέγχου του αναστροφέα, πρέπει να παρέχεται ενέργεια από την πλευρά της ηλιακής γεννήτριας, έτσι ώστε κατά τη διάρκεια της νύχτας που δεν έχουμε παραγωγή, να μην τραβά ισχύ από το δίκτυο, αφού δεν χρειάζεται να είναι σε λειτουργία.
- Πρέπει ένας αναστροφέας, να έχει αντοχές σε διάφορες καταστάσεις και συνθήκες στις οποίες υπάρχει περίπτωση να βρεθεί. Έτσι πρέπει να έχει αντοχή σε περιπτώσεις ανοιχτοκύκλωσης, βραχυκύκλωσης και σε διάφορες υπερτάσεις.
- Η λειτουργία του πρέπει να είναι διακριτική, δηλαδή ο ακουστικός θόρυβος να είναι ο ελάχιστος δυνατός.
- Σε περίπτωση που ο αναστροφέας παρατηρήσει κάποιο σφάλμα στο δίκτυο, είτε απόκλιση στη συχνότητα είτε απόκλιση στην τάση, πρέπει να είναι σε θέση να αποκόψει τη φωτοβολταϊκή γεννήτρια από το δίκτυο σε κάποιο χρονικό διάστημα.
- Ένας καλός αναστροφέας έχει ένα υψηλό συντελεστή ισχύος (κοντά στο 1) έτσι ώστε να αποφεύγεται η απορρόφηση άεργου ισχύος από το δίκτυο. Επίσης πρέπει να παράγει όσο το δυνατό λιγότερες αρμονικές στην παροχή εναλλασσόμενου ρεύματος στο δίκτυο.
- Τέλος, πρέπει να είναι εύκολη η χρήση του και η παρατήρηση του από το χρήστη, ανά πάσα στιγμή.

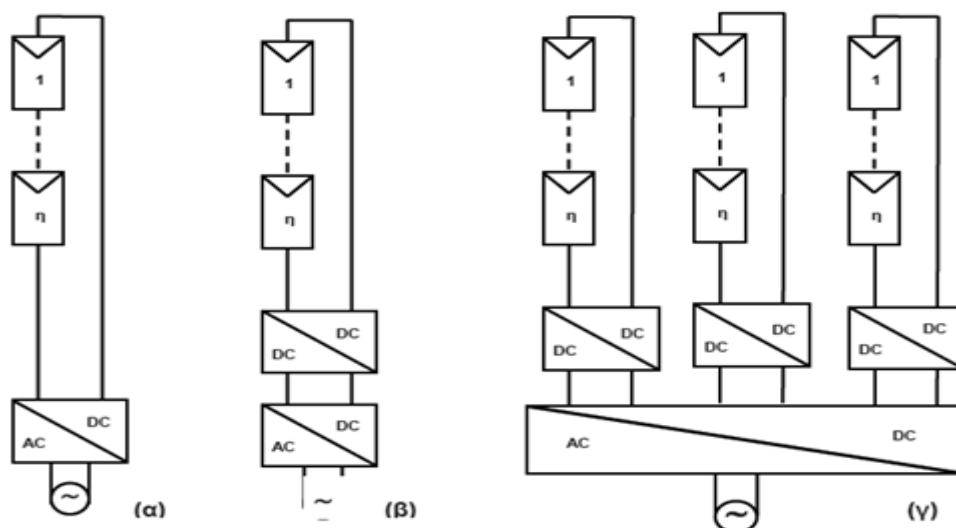
4.1.1 Κατηγορίες Αναστροφών

Οι αναστροφείς χωρίζονται σε κατηγορίες, ανάλογα με τη φωτοβολταϊκή εγκατάσταση και την εργασία που επιτελούν σε ένα σύστημα. Οι κατηγορίες αυτές είναι οι εξής:

- Αναστροφείς αυτόνομων συστημάτων
- Αναστροφείς διασυνδεδεμένοι με το δίκτυο
- Αναστροφείς δικτύου που υποστηρίζονται από συσσωρευτές

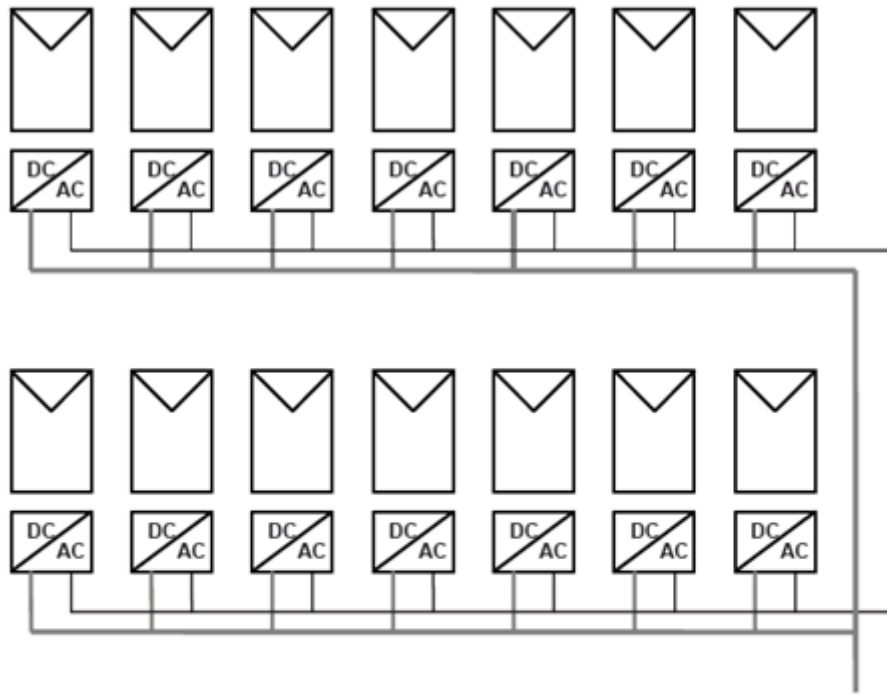
Στην κατηγορία που είναι διασυνδεδεμένοι στο δίκτυο, ανήκουν και οι πιο κάτω ομάδες αναστροφών :

- Αναστροφείς συστοιχιών (string inverters). Στους αναστροφείς αυτούς, συνδέεται μια συστοιχία ή μια ομάδα συστοιχιών.
- Κεντρικός αναστροφέας (main/central inverter). Ο κεντρικός αναστροφέας χρησιμοποιείται σε ΦΒ εγκαταστάσεις μεγάλης ισχύς, (>500kW). Ένας τέτοιος αναστροφέας, έχει μεγαλύτερο πλήθος ανεξάρτητων εισόδων των υποπεδίων με διαφορετικό συνδυασμό MPPT/Dc-DC converter.
- Μικροαναστροφείς, είναι οι αναστροφείς που είναι τοποθετημένοι πάνω σε κάθε πλαίσιο ξεχωριστά. Έτσι το κάθε πλαίσιο είναι μια φωτοβολταϊκή γεννήτρια παραγωγής AC μεγεθών που μπορεί να συνδεθεί απευθείας στο δίκτυο ή σε κάποιο φορτίο.



Τοπολογία αναστροφών που ελέγχουν συστοιχίες ΦΒ πλαισίων.
α) Αναστροφέας DC-AC που ελέγχει με αλγόριθμο MPPT μία μόνο συστοιχία.
β) Αναστροφέας DC-AC που ελέγχει μία συστοιχία με αλγόριθμο MPPT με συνδυασμό ανύψωσης της τάσης DC-DC.
γ) Αναστροφέας με δυνατότητα ανεξάρτητου ελέγχου MPPT επί πολλαπλών (τριών) συστοιχιών.

[Πηγή 1]



Φωτοβολταϊκή διάταξη που περιλαμβάνει τους αναστροφείς πάνω στα πλαίσια. Οι έξοδο των μικρο-αναστροφών του σχήματος συνδέονται μεταξύ τους παράλληλα σχηματίζοντας δύο (όμοιες) ομάδες των 7 πλαισίων AC.

[Πηγή 1]

4.1.2 Χαρακτηριστικά Αναστροφέα

Κάθε αναστροφέας, από τον κατασκευαστή του, δίνεται με κάποια τεχνικά χαρακτηριστικά, τα οποία πρέπει να μας ικανοποιούν για να επιλέξουμε τον κατάλληλο αναστροφέα. Τα χαρακτηριστικά αυτά αναφέρονται πιο κάτω:

Είσοδος DC

- Η μέγιστη DC ισχύς εισόδου που μπορεί να δεχτεί ο αναστροφέας
- Ο αριθμός των ανεξάρτητων εισόδων MPP που έχει και ο αριθμός των στοιχειοσειρών που μπορούν να συνδεθούν σε κάθε είσοδο
- Η μέγιστη τάση εισόδου που μπορεί να δεχθεί στην είσοδο του ο αναστροφέας κάτω από οποιεσδήποτε συνθήκες. Έτσι η τάση ανοιχτοκύκλωσης της ΦΒ γεννήτριας πρέπει να είναι μικρότερη από την τάση που μπορεί να δεχτεί ο αναστροφέας.
- Η ονομαστική τάση λειτουργίας του αναστροφέα καθώς και το εύρος τάσεων που μπορεί να δεχτεί, έτσι ώστε να λειτουργήσει και να αναζητήσει το MPP. Για να ανιχνεύσει ο inverter το MPP, το οποίο καθορίζεται από το I_{MPP} και το V_{MPP} , πρέπει η τάση να είναι μέσα στο εύρος συχνοτήτων που δέχεται ο αναστροφέας. Δίνονται επίσης η ελάχιστη τάση που χρειάζεται για να

λειτουργήσει καθώς και η ελάχιστη τάση που χρειάζεται για να ξεκινήσει η τροφοδοσία.

- Το μέγιστο ρεύμα εισόδου σε κάθε στοιχειοσειρά σε κάθε είσοδο

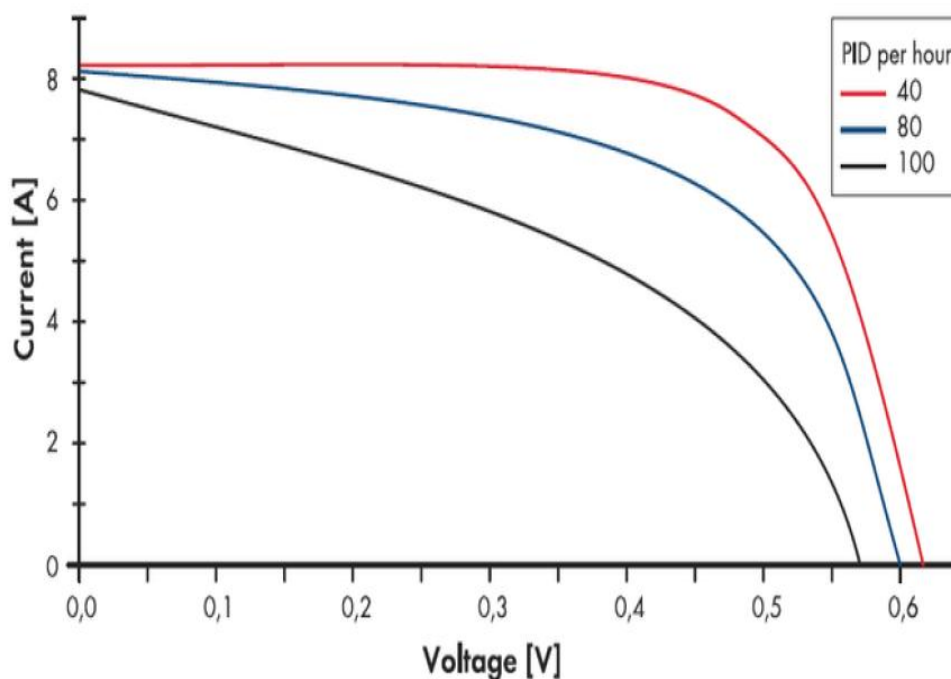
Έξοδος AC

- Η ονομαστική ισχύς εξόδου του αναστροφέα, που παρέχεται στο δίκτυο – φορτίο
- Η μέγιστη φαινόμενη ισχύς, που είναι η μέγιστη ισχύς που μπορεί να δώσει ο αναστροφέας στην έξοδο του, αλλά για ένα χρονικό διάστημα, όχι συνεχόμενα.
- Η ονομαστική AC τάση, κατά την οποία παρέχεται η ονομαστική ισχύς στο δίκτυο. Η ονομαστική τάση, εξαρτάται και από την τάση του δικτύου, αφού πρέπει να προσαρμοστεί στο δίκτυο.
- Το ονομαστικό ρεύμα που δίνει ο αναστροφέας καθώς και το μέγιστο
- Τη συχνότητα του δικτύου, έτσι ώστε τα μεγέθη του αναστροφέα να είναι ίδιας συχνότητας
- Το συντελεστή ισχύος της εξόδου του.

Μας δίνεται επίσης ο βαθμός απόδοσης του αναστροφέα, ο οποίος είναι αρκετά υψηλός, καθώς επίσης και οι διατάξεις προστασίας του. Σε αρκετές περιπτώσεις μας δίνονται και κάποια άλλα χαρακτηριστικά, όπως ο τρόπος σύνδεσης και ο εξοπλισμός από τον οποίο αποτελείται ο inverter, τα οποία δεν παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην επιλογή του.

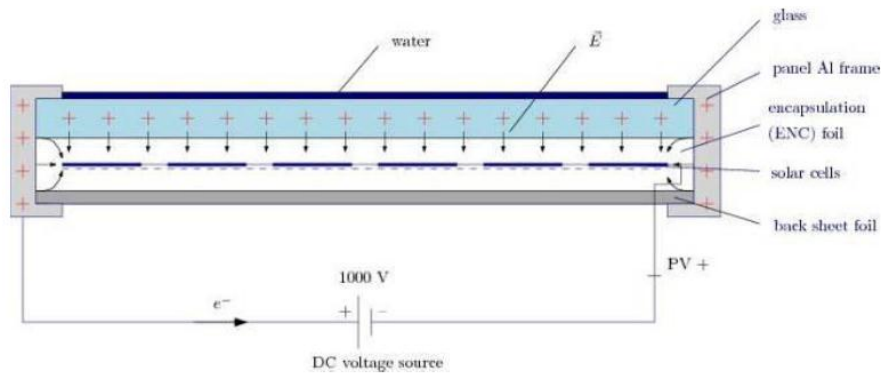
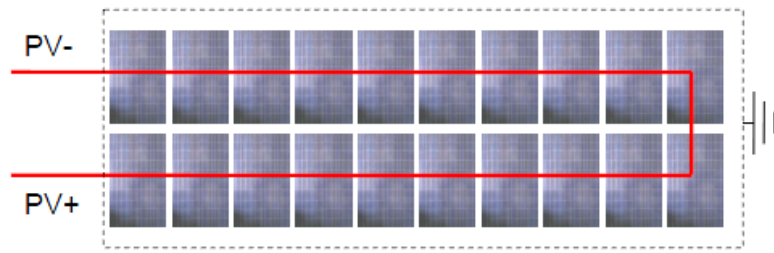
Κεφάλαιο 5: Φαινόμενο PID

Όπως αναφέραμε και στις προηγούμενες παραγράφους, το σημαντικότερο σε ένα φωτοβολταϊκό σύστημα, είναι η απόδοση του, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη δυνατή παραγωγή ενέργειας. Ένα πολύ σοβαρό φαινόμενο που εμφανίστηκε τα τελευταία χρόνια και το οποίο μελετάται εδώ και λίγα χρόνια από διάφορες ερευνητικές ομάδες, είναι το φαινόμενο PID (Potential Induced Degradation). Σύμφωνα με το φαινόμενο αυτό, παρατηρείται στις φωτοβολταϊκές μονάδες μείωση της απόδοσης τους, πολύ μεγαλύτερη από την αναμενόμενη, με την πάροδο του χρόνου. Σύμφωνα με μελέτες και πειράματα που έχουν γίνει μέχρι σήμερα, το PID οφείλεται κυρίως στη διαφορά δυναμικού που υπάρχει μεταξύ του αρνητικού πόλου της συστοιχίας του συστήματος και του δυναμικού της γης και ευνοείται από τις υψηλές τάσεις, την υψηλή θερμοκρασία και τα υψηλά ποσοστά υγρασίας. Ανάλογα με τον βαθμό του φαινομένου αυτού σε ένα σύστημα, η κατάσταση μπορεί να είναι είτε αναστρέψιμη είτε μη αναστρέψιμη. Πιο κάτω φαίνεται μια χαρακτηριστική καμπύλη ενός φωτοβολταϊκού πλαισίου, πριν και μετά την εμφάνιση του φαινομένου PID.



5.1 Αιτίες που προκαλούν το PID

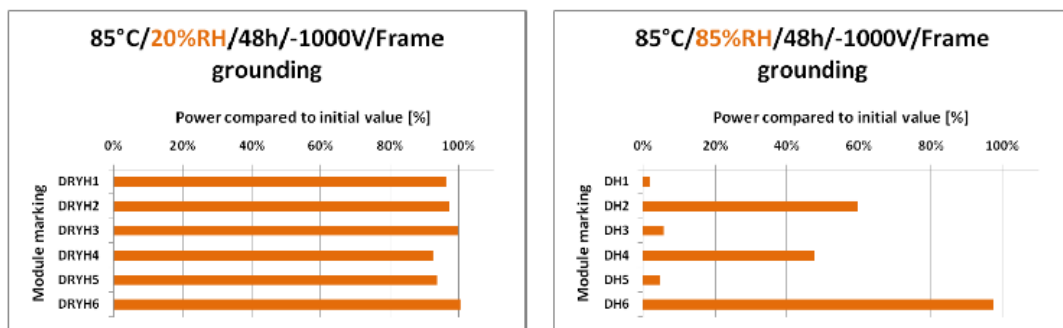
Η κυριότερη αιτία που προκαλεί το PID, είναι το δυναμικό που εμφανίζεται στη φωτοβολταϊκή μονάδα, ως προς το δυναμικό της γης. Το δυναμικό του πανέλου – κελιού, εξαρτάται από τη θέση που βρίσκεται μέσα στο σύστημα. Λόγω του δυναμικού αυτού, μπορεί να προκληθεί ρεύμα διαρροής, το οποίο μπορεί να διαφύγει μέσω των υπόλοιπων στοιχείων, τα οποία είναι γειωμένα και έχουν μηδενικό δυναμικό (γυαλί, πλαίσιο, βάση). Τα ιόντα αυτά που διαφεύγουν διαμέσου αυτών των οδών, προκαλούν αυτή την ανεξήγητη απώλεια ισχύος, την οποία ονομάζουμε PID.



Για την εμφάνιση του φαινομένου αυτού, συμβάλλουν διάφοροι παράγοντες, οι οποίοι είναι περιβαλλοντικοί, αλλά και παράγοντες που αφορούν το φωτοβολταϊκό σύστημα, τη μονάδα, ακόμα και το κύτταρο. Οι παράγοντες αυτοί αναλύονται στη συνέχεια.

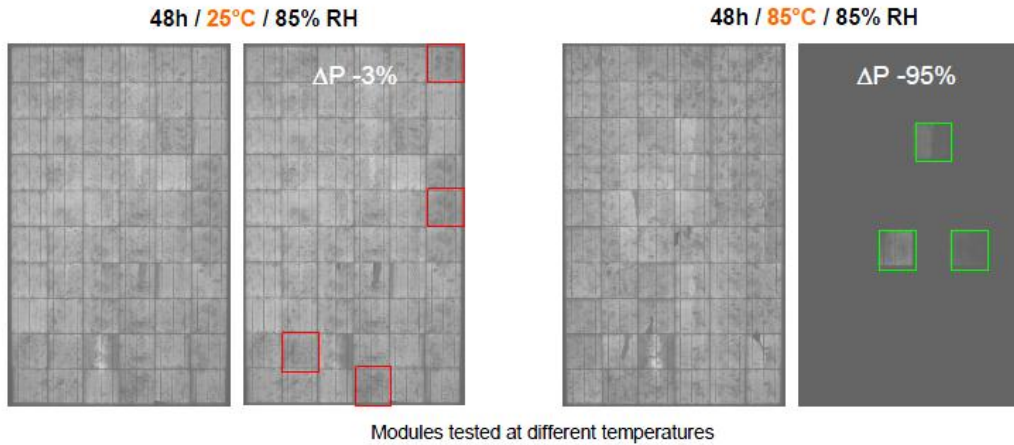
5.1.1 Περιβαλλοντικοί παράγοντες

Σύμφωνα με πειράματα που έχουν γίνει σε εργαστήρια, αποδεικνύεται ότι το φαινόμενο PID παρατηρείται πιο έντονα σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας και υψηλής υγρασίας. Πιο κάτω φαίνονται συγκριτικά τα αποτελέσματα PID, σε διαφορετικές συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας.



PID treatment with different humidity conditions

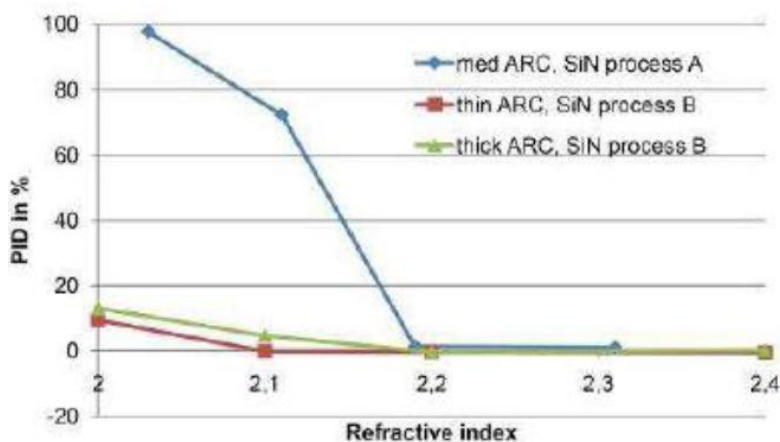
Παρατηρούμε ότι με μεγαλύτερο ποσοστό υγρασίας, η επίδραση του PID είναι αρκετά μεγαλύτερη αφού και η απόδοση του συστήματος είναι μειωμένη.



Στην πιο πάνω εικόνα, βλέπουμε ότι με την αύξηση της θερμοκρασίας, η φωτοβολταϊκή μονάδα επηρεάζεται περισσότερο και η απόδοση μειώνεται σημαντικά, άρα και το φαινόμενο είναι αρκετά πιο έντονο.

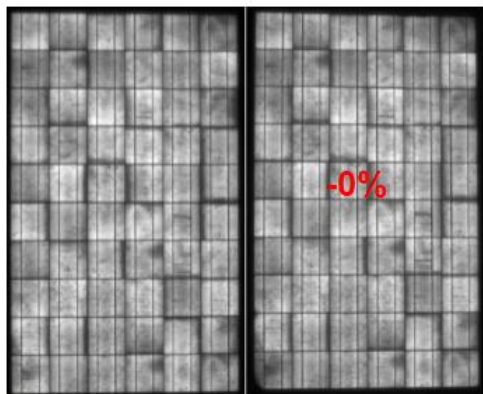
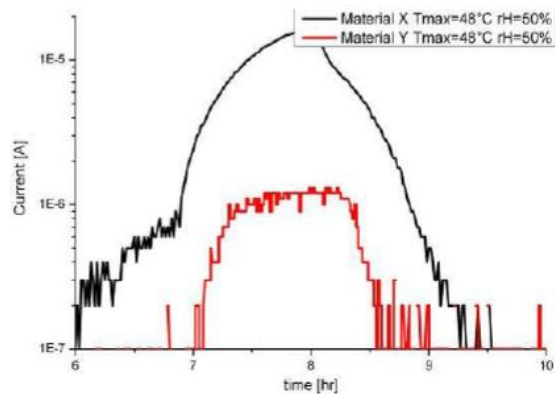
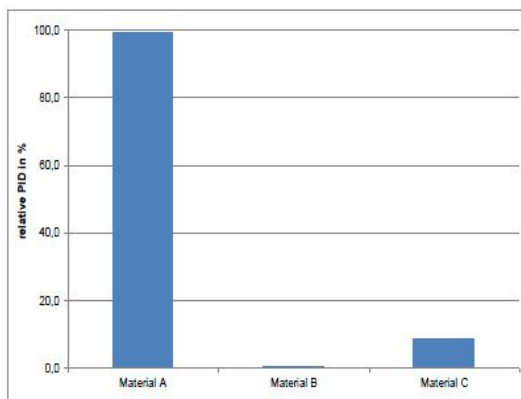
5.1.2 Ηλιακό κύτταρο

Τα ηλιακά κύτταρα, επηρεάζουν το φαινόμενο αυτό, ανάλογα με την αντιανακλαστική επίστρωση (ARC) που τοποθετείται πάνω στις κυψέλες. Η επίστρωση αυτή τοποθετείται έτσι ώστε να μειώνει την ανάκλαση της ακτινοβολίας και να αυξάνει τη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Επίσης το PID εξαρτάται και από την πυκνότητα φορέων φορτίου του χρησιμοποιούμενου πυριτίου. Έτσι αυτοί οι δύο παράγοντες μπορεί να ευνοήσουν την ανάπτυξη του PID (σε επίπεδο ηλιακού κυττάρου) μειώνοντας την αντίσταση R_{sh} , την τάση ανοιχτού κυκλώματος (V_{oc}) και έτσι και την παραγόμενη ισχύ P_{MPP} .

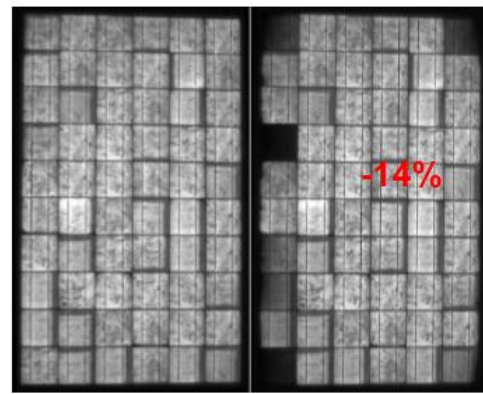


5.1.3 Φωτοβολταϊκό πάνελο

Σε επίπεδο φωτοβολταϊκού πάνελου, το PID επηρεάζεται ανάλογα με τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν, για την κατασκευή του, αφού έρχονται σε άμεση επαφή με τα ηλιακά κύτταρα. Μια οδός από την οποία έχουμε διαρροή των ιόντων, είναι μέσω του γυαλιού που είναι πάνω από τα ηλιακά κύτταρα και μέσω του μεταλλικού πλαισίου (τα οποία είναι γειωμένα για λόγους ασφαλείας). Έτσι, ιδανικό υλικό για την αποφυγή του PID, είναι αυτό που επιτυγχάνει να κρατήσει δεσμευμένα τα ιόντα εντός της ηλιακής μονάδας, για να μην έχουμε ρεύμα διαρροής. Πιο κάτω φαίνονται συγκριτικά αποτελέσματα από πειράματα που έγιναν με διαφορετικά υλικά.



Time: 100h
Voltage: 1000V
Temperature: 48°C
Humidity: 50%
Material: X



Time: 100h
Voltage: 1000V
Temperature: 48°C
Humidity: 50%
Material: Y

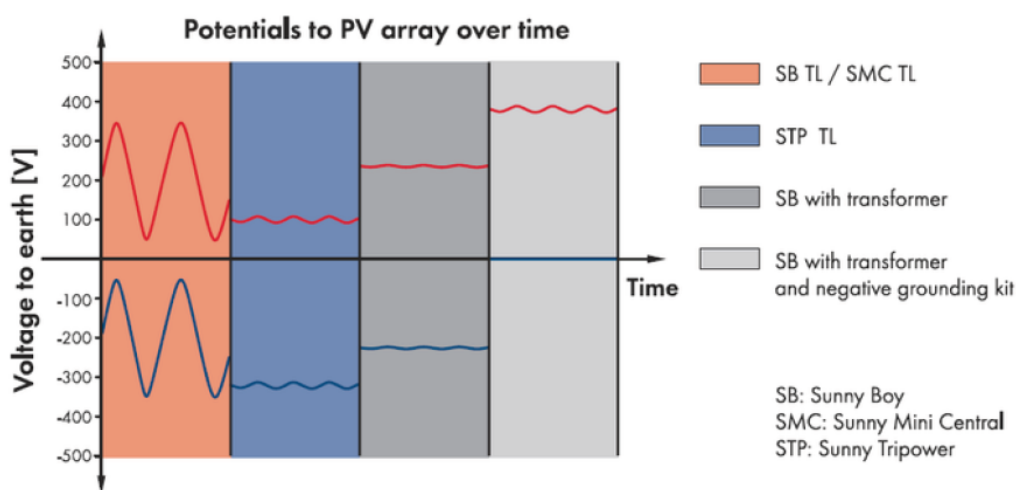
5.1.4 Φωτοβολταϊκό Σύστημα

Σε επίπεδο συστήματος, σημαντικότερες επιπτώσεις, έχουμε λόγω του δυναμικού που αναπτύσσεται στα πάνελα, ως προς τη γείωση. Το δυναμικό αυτό εξαρτάται από τη θέση του πλαισίου στη συστοιχία αλλά και από την τοπολογία του συστήματος γείωσης – inverter.

Τα περισσότερα φωτοβολταϊκά παρέχουν τάση περίπου 30V. Σε μια φωτοβολταϊκή εγκατάσταση είναι σειριακά συνδεδεμένα σε συστοιχίες, έτσι ώστε να επιτευχθεί μια τυπική τάση λειτουργίας 300V-500V, ως προς τη γη. Ανάλογα όμως με το είδος της γείωσης και του αναστροφέα, η τάση αυτή είναι διαφορετικά διαιρεμένη ως προς τη γη. Υπάρχουν τέσσερις διαφορετικοί τρόποι τοπολογίας γείωσης – inverter:

- Μετατροπέας με γαλβανική απομόνωση (μετασχηματιστή). Με αυτό τον τρόπο, η τάση κατανέμεται συμμετρικά και ο θετικός πόλος είναι στα 200V και ο αρνητικός στα -200V (για τάση 400V)
- Inverter με γαλβανική απομόνωση και αρνητική γείωση. Με αυτό τον τρόπο ο θετικός πόλος είναι στα 400V και ο αρνητικός πόλος στα 0V
- Inverter με γαλβανική απομόνωση και θετική γείωση. Με αυτό τον τρόπο ο θετικός πόλος είναι στα 0V και ο αρνητικός πόλος στα -400V
- Μετατροπέας χωρίς μετασχηματιστή. Σε αυτή την περίπτωση. Η τάση εξαρτάται από το σχεδιασμό. Για πολλά μοντέλα είναι συμμετρική, ενώ για κάποια άλλα αντισταθμίζεται περισσότερο στην αρνητική πλευρά.

Πιο κάτω απεικονίζονται οι τέσσερις αυτοί τρόποι σύνδεσης inverter – γείωσης.



Το δυναμικό του κατώτατου (μπλε) ή του ανώτατου (κόκκινη) φωτοβολταϊκού πλαισίου μίας στοιχειοσειράς εξαρτάται από το χρησιμοποιούμενο μετατροπέα και από το αν είναι γειωμένος ένας πόλος της γεννήτριας. Παραδείγματα για τάση στο σημείο μέγιστης ισχύος (MPP) 400 V.

Όσο πιο αρνητικό δυναμικό έχουμε στα φωτοβολταϊκά μας, τόσο πιο έντονο είναι το φαινόμενο PID που εμφανίζεται, αφού το ρεύμα που διαρρέεται μέσω του

πλαίσιου, είναι μεγαλύτερο. Γι' αυτό και παρατηρείται κυρίως στα πλαίσια τα οποία είναι πιο κοντά στον αρνητικό πόλο της συστοιχίας.

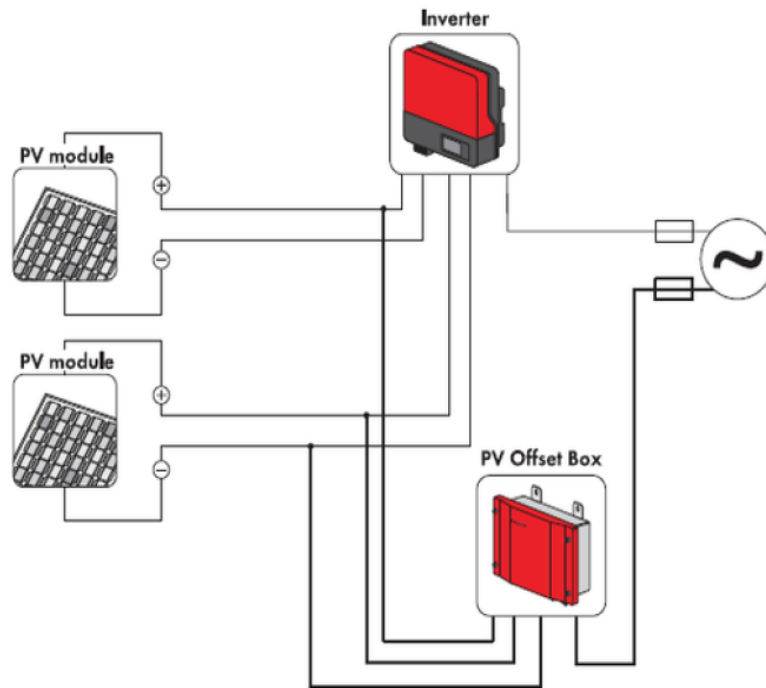
Ανίχνευση φαινομένου PID

Για την ανίχνευση του PID υπάρχουν διάφορες μέθοδοι, ανάλογα με τη μέτρηση που χρειάζεται να γίνει. Σύμφωνα με όσα αναφέραμε πιο πάνω, μπορούμε να μετρήσουμε την αντίσταση R_{sh} , ή τη μέγιστη ισχύ MPP. Ο πιο εύκολος τρόπος όμως για την ανίχνευση, είναι με τη μέτρηση της τάσης ανοιχτού κυκλώματος με ένα απλό βολτόμετρο, αφού θα είναι μειωμένη σε περίπτωση PID.

Το φαινόμενο αυτό σε ένα σύστημα, μπορεί να είναι είτε αναστρέψιμο είτε μη αναστρέψιμο. Σε περίπτωση διάβρωσης των υλικών του συστήματος, το πιθανότερο είναι το φαινόμενο να είναι μη αναστρέψιμο και έτσι να μην μπορεί να διορθωθεί. Αν όμως η ανίχνευση του γίνει έγκαιρα, τότε υπάρχουν μερικές μέθοδοι οι οποίες μπορούν να διορθώσουν το πρόβλημα και να αναγεννήσουν το σύστημα.

Η SMA προσφέρει μια εξελιγμένη συσκευή για την αντιμετώπιση του φαινομένου, γειώνοντας τον αρνητικό πόλο των συστοιχιών, ακόμα και αν η φωτοβολταϊκή γεννήτρια συνεργάζεται με μετατροπέα άνευ μετασχηματιστή. Σε φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις με μετατροπείς γαλβανικής απομόνωσης, το PID μπορεί να προληφθεί με αξιοπιστία, με γείωση του αρνητικού πόλου της γεννήτριας, καθώς αυτό μετατοπίζει το δυναμικό ολόκληρης της στοιχειοσειράς στο θετικό. Σε φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις με μετατροπείς άνευ μετασχηματιστή, λόγω της αρχής του σχεδιασμού τους, παρουσιάζουν μικρότερο κόστος και μεγαλύτερη απόδοση, χρησιμοποιώντας το PV Offset Box. Η συσκευή αυτή χρησιμοποιείται με την προϋπόθεση ότι το PID είναι αναστρέψιμο και εξελίσσεται αργά. Ο τρόπος λειτουργίας του, περιγράφεται πιο κάτω:

Εάν η τάση λειτουργίας του πέσει πιο κάτω από ένα καθορισμένο όριο, μετά το ηλιοβασίλεμα, το PV Offset Box ανεβάζει το δυναμικό της σε ένα υψηλό θετικό (μεταξύ 400V και 1000V με τη γη), αντιστρέφοντας την επίδραση της πόλωσης η οποία συνέβει κατά τη λειτουργία. Όταν χρησιμοποιείται σε μια φωτοβολταϊκή γεννήτρια η οποία έχει ήδη επηρεαστεί από PID για μια παρατεταμένη χρονική περίοδο, η πλήρης αναζωογόνηση των φωτοβολταϊκών πλαισίων διαρκεί περίπου το μισό της περιόδου υποβάθμισης. Πιο κάτω φαίνεται ο τρόπος σύνδεσης της συσκευής αυτής στην εγκατάσταση.



Ακόμα και σε δύο διαφορετικές στοιχειοσειρές σε ξεχωριστούς MPPT, το PV Offset Box από την πλευρά της στοιχειοσειράς συνδέεται στον ένα αρνητικό πόλο εκ των δύο, και αντίστοιχα στους δύο θετικούς πόλους των δύο στοιχειοσειρών. Η μετατόπιση του δυναμικού δεν εφαρμόζεται έως ότου οι δύο τάσεις στοιχειοσειρών φτάσουν σε ένα καθορισμένο όριο.

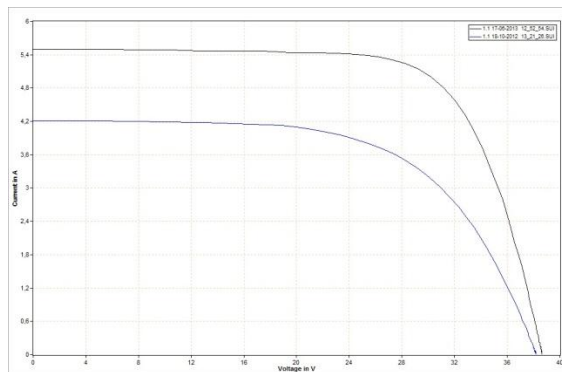
Στα επόμενα κεφάλαια της εργασίας, θα μελετηθούν και θα παρατεθούν αποτελέσματα από τρεις εγκαταστάσεις σε διαφορετικά μέρη, στις οποίες παρατηρήθηκε το φαινόμενο PID.

Κεφάλαιο 6: Φωτοβολταϊκή Εγκατάσταση 10kW – Αυλίδα

Στο κεφάλαιο αυτό, θα μελετήσουμε μια φωτοβολταϊκή εγκατάσταση στην Αυλίδα, εγκατεστημένης ισχύος 10kW, στην οποία παρατηρήθηκε το φαινόμενο PID. Η εγκατάσταση αυτή μελετήθηκε και μετρήθηκε αρχικά μόλις έγινε αντιληπτό το φαινόμενο και είχαμε μείωση της απόδοσης. Στη συνέχεια τοποθετήθηκε στην εγκατάσταση το PV Offset Box, της SMA και μερικούς μήνες μετά έγινε ξανά η μέτρηση της ισχύος της εγκατάστασης. Στη συνέχεια παρατίθενται τα αποτελέσματα και από τις δύο μετρήσεις.

Συγκριτικές μετρήσεις

Στα πιο κάτω διαγράμματα, απεικονίζονται οι I-V καμπύλες του κάθε πάνελου και από τις δύο μετρήσεις, ανηγμένες σε συνθήκες STC, έτσι ώστε να είναι συγκρίσιμες και να μπορούμε εύκολα να υπολογίσουμε τη βελτίωση της απόδοσης μετά την τοποθέτηση της συσκευής. Ακολουθούν τα διαγράμματα για όλα τα πάνελα της εγκατάστασης.

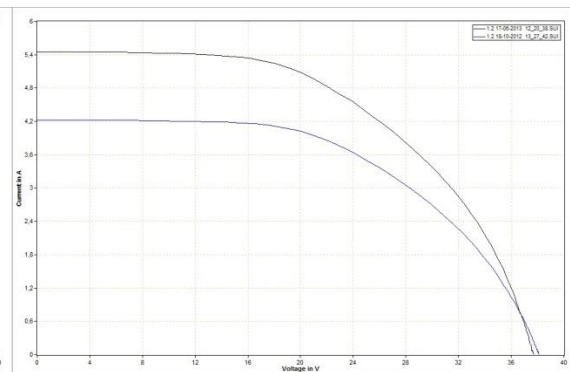


Panel: 1.1

Απόδοση 1: 80,05%

Απόδοση 2: 98,57%

Βελτίωση Απόδοσης: 18,52%

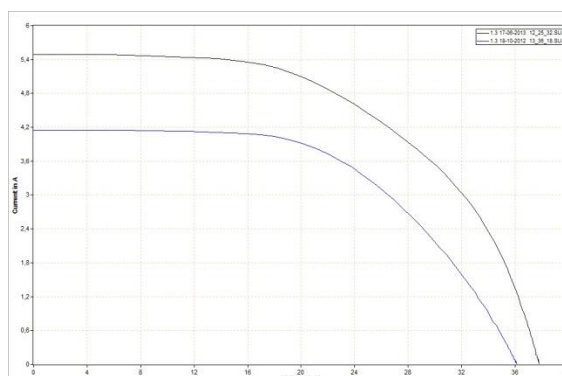


Panel: 1.2

Απόδοση 1: 67,10%

Απόδοση 2: 70,79%

Βελτίωση Απόδοσης: 3,69%

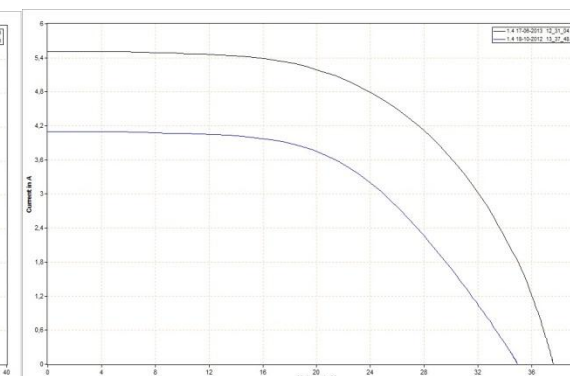


Panel: 1.3

Απόδοση 1: 62,00%

Απόδοση 2: 72,74%

Βελτίωση Απόδοσης: 10,73%

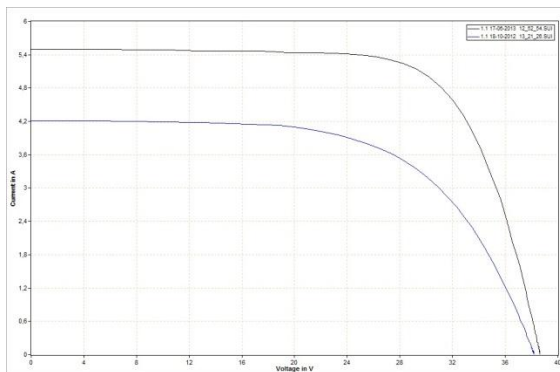


Panel: 1.4

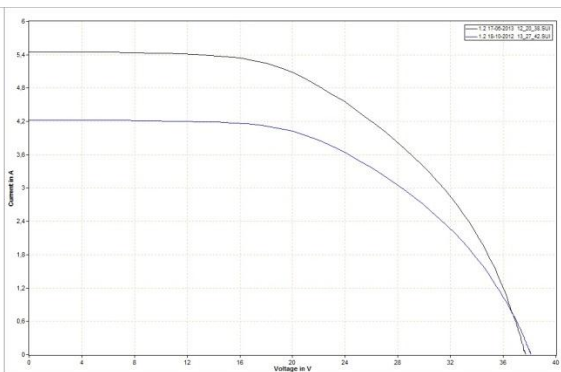
Απόδοση 1: 57,16%

Απόδοση 2: 76,95%

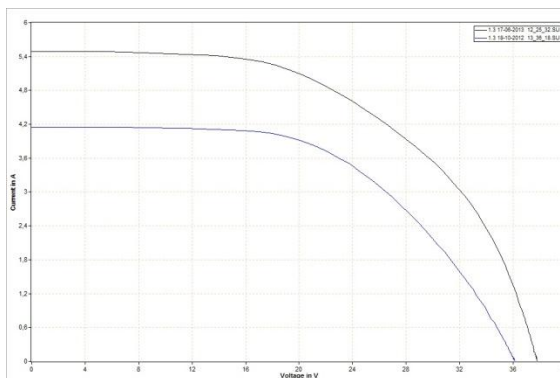
Βελτίωση Απόδοσης: 19,79%



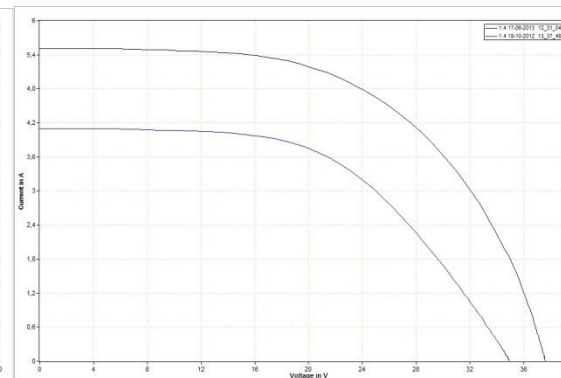
Panel: 1.5
 Απόδοση 1: 56,95%
 Απόδοση 2: 83,15%
 Βελτίωση Απόδοσης: 26,21%



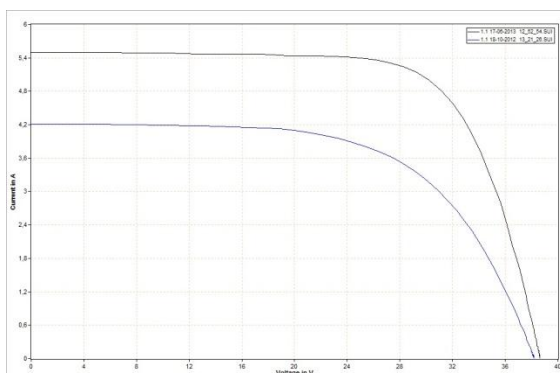
Panel: 1.6
 Απόδοση 1: 72,79%
 Απόδοση 2: 85,32%
 Βελτίωση Απόδοσης: 12,53%



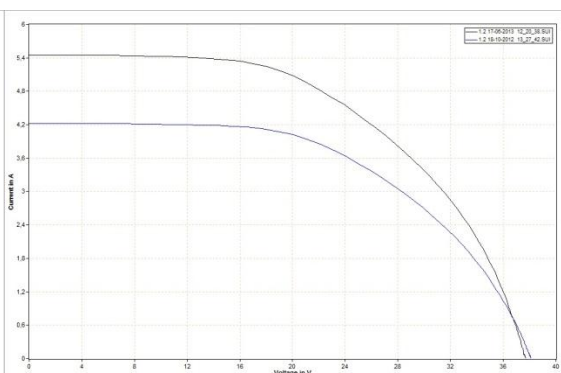
Panel: 2.1
 Απόδοση 1: 67,26%
 Απόδοση 2: 78,21%
 Βελτίωση Απόδοσης: 10,95%



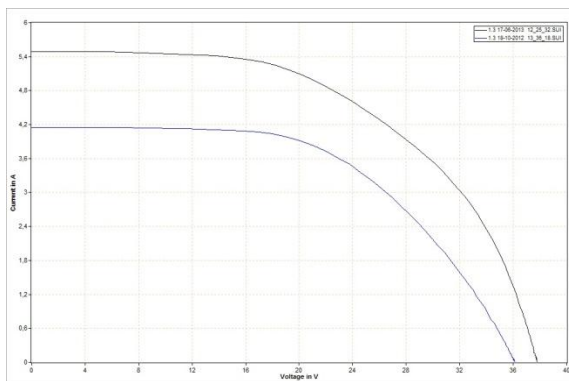
Panel: 2.2
 Απόδοση 1: 71,05%
 Απόδοση 2: 84,89%
 Βελτίωση Απόδοσης: 13,84%



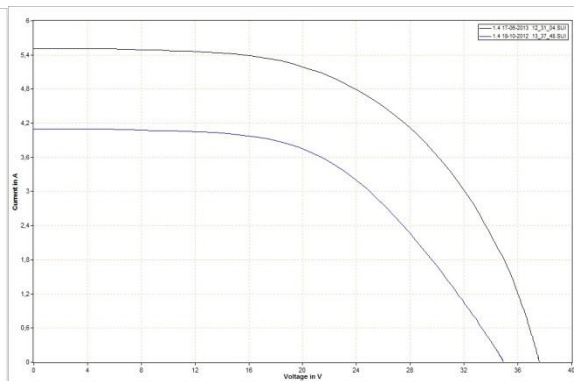
Panel: 2.3
 Απόδοση 1: 77,58%
 Απόδοση 2: 87,74%
 Βελτίωση Απόδοσης: 10,16%



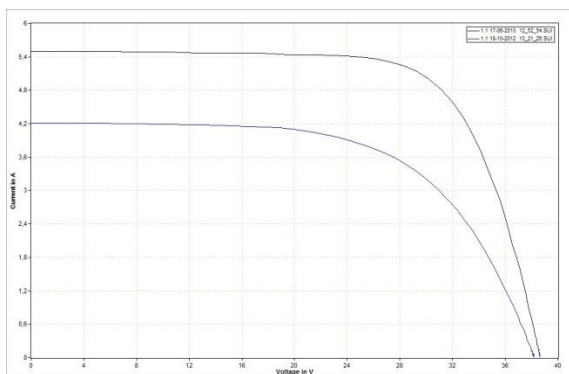
Panel: 2.4
 Απόδοση 1: 88,79%
 Απόδοση 2: 94,58%
 Βελτίωση Απόδοσης: 5,79%



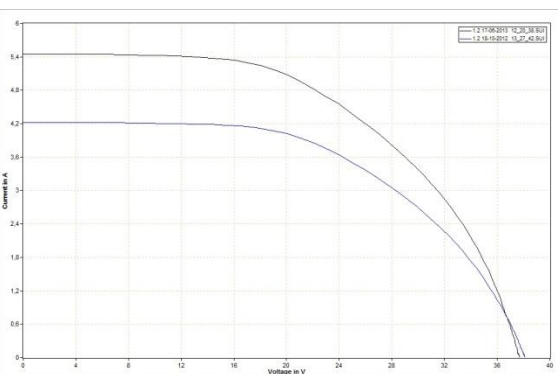
Panel: 2.5
 Απόδοση 1: 96,53%
 Απόδοση 2: 96,95%
 Βελτίωση Απόδοσης: 0,42%



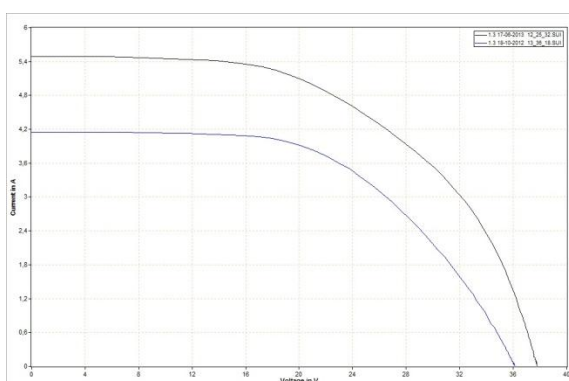
Panel: 2.6
 Απόδοση 1: 95,00%
 Απόδοση 2: 96,58%
 Βελτίωση Απόδοσης: 1,58%



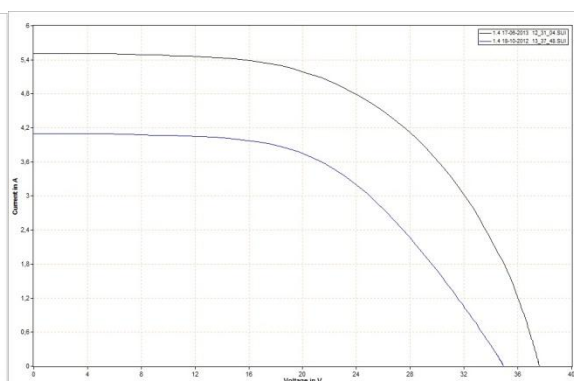
Panel: 3.1
 Απόδοση 1: 76,00%
 Απόδοση 2: 95,05%
 Βελτίωση Απόδοσης: 19,05%



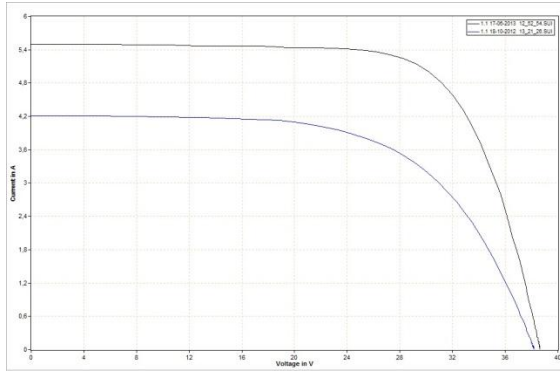
Panel: 3.2
 Απόδοση 1: 74,79%
 Απόδοση 2: 94,53%
 Βελτίωση Απόδοσης: 19,74%



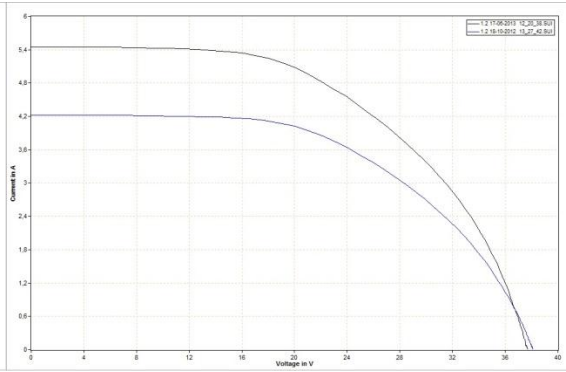
Panel: 3.3
 Απόδοση 1: 68,89%
 Απόδοση 2: 85,63%
 Βελτίωση Απόδοσης: 16,74%



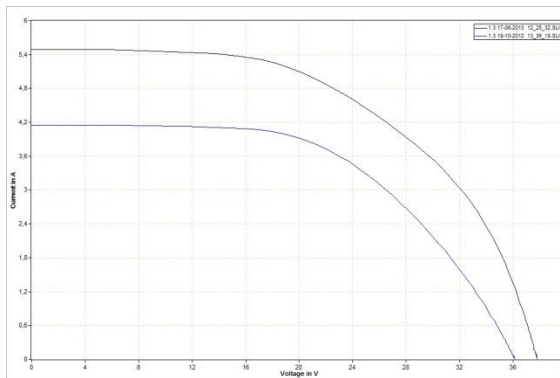
Panel: 3.4
 Απόδοση 1: 62,16%
 Απόδοση 2: 79,68%
 Βελτίωση Απόδοσης: 17,53%



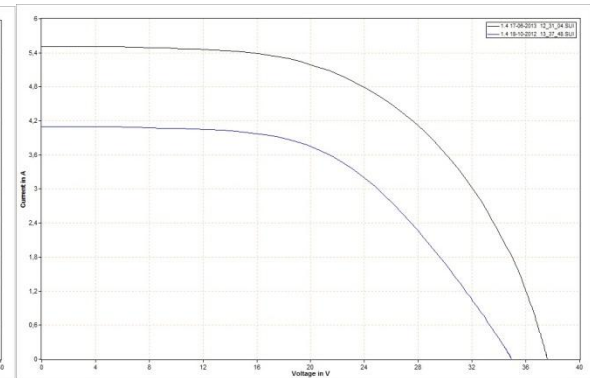
Panel: 3.5
 Απόδοση 1: 61,58%
 Απόδοση 2: 79,42%
 Βελτίωση Απόδοσης: 17,84%



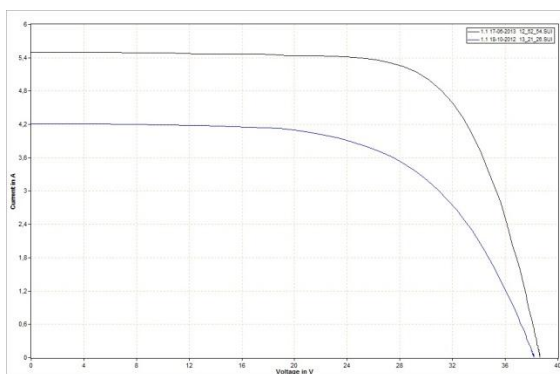
Panel: 3.6
 Απόδοση 1: 66,84%
 Απόδοση 2: 79,05%
 Βελτίωση Απόδοσης: 12,21%



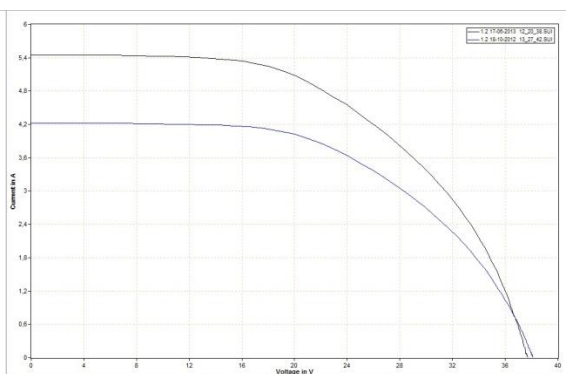
Panel: 4.1
 Απόδοση 1: 97,63%
 Απόδοση 2: 98,11%
 Βελτίωση Απόδοσης: 0,47%



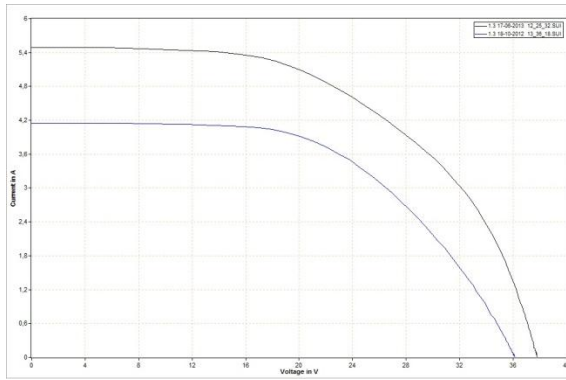
Panel: 4.2
 Απόδοση 1: 98,26%
 Απόδοση 2: 98,47%
 Βελτίωση Απόδοσης: 0,21%



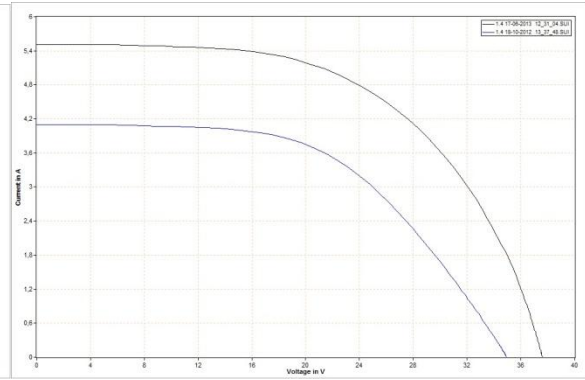
Panel: 4.3
 Απόδοση 1: 96,95%
 Απόδοση 2: 97,26%
 Βελτίωση Απόδοσης: 0,32%



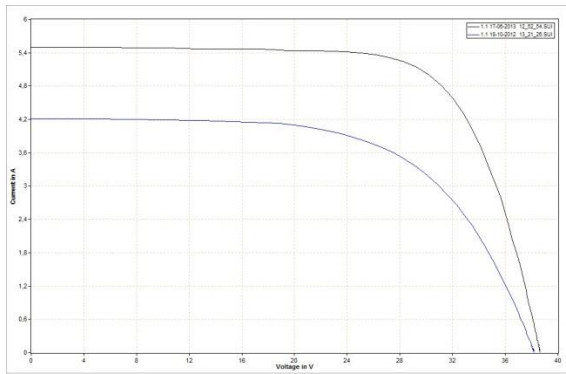
Panel: 4.4
 Απόδοση 1: 96,74%
 Απόδοση 2: 97,26%
 Βελτίωση Απόδοσης: 0,53%



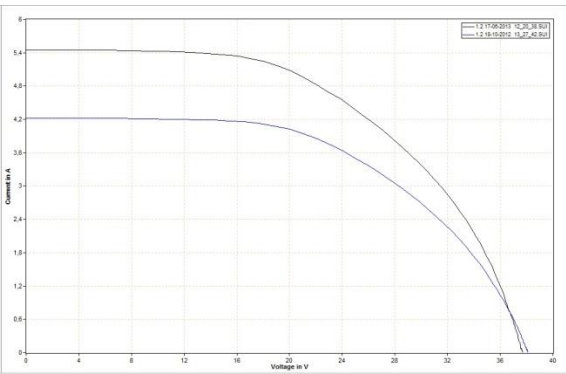
Panel: 4.5
 Απόδοση 1: 96,37%
 Απόδοση 2: 97,26%
 Βελτίωση Απόδοσης: 0,89%



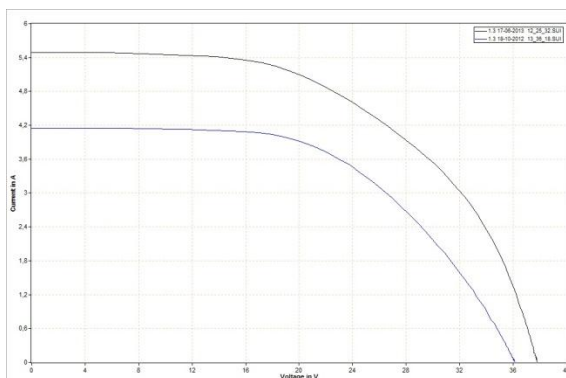
Panel: 4.6
 Απόδοση 1: 82,37%
 Απόδοση 2: 97,42%
 Βελτίωση Απόδοσης: 15,05%



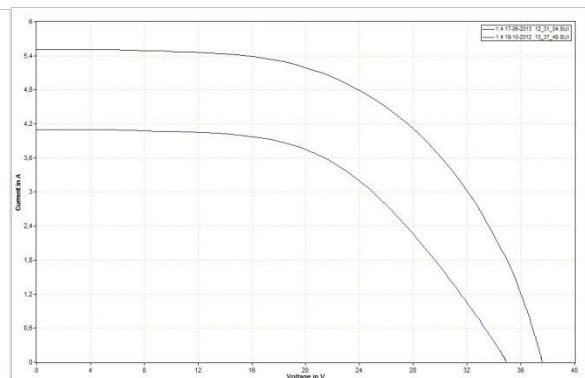
Panel: 5.1
 Απόδοση 1: 60,79%
 Απόδοση 2: 71,58%
 Βελτίωση Απόδοσης: 10,79%



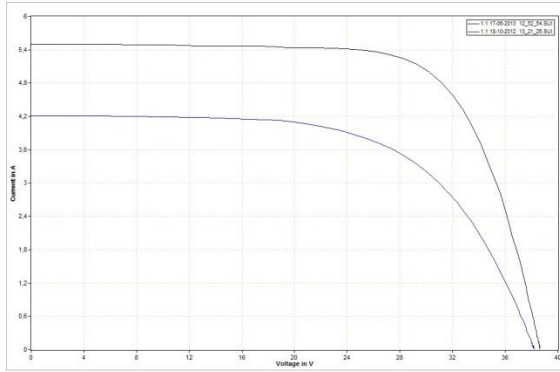
Panel: 5.2
 Απόδοση 1: 68,42%
 Απόδοση 2: 85,16%
 Βελτίωση Απόδοσης: 16,74%



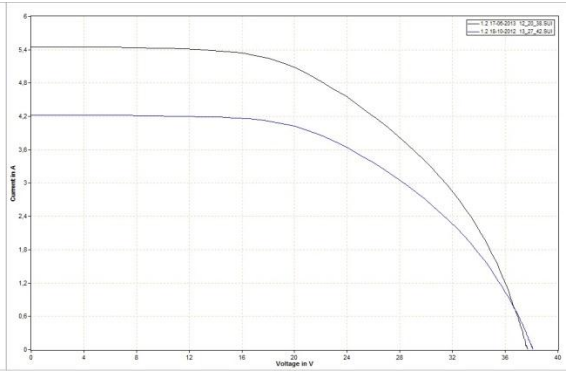
Panel: 5.3
 Απόδοση 1: 70,74%
 Απόδοση 2: 85,21%
 Βελτίωση Απόδοσης: 14,47%



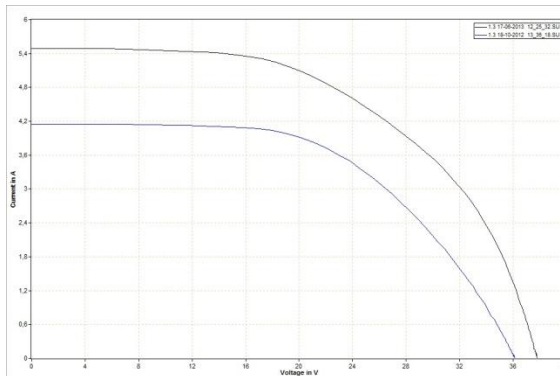
Panel: 5.4
 Απόδοση 1: 92,21%
 Απόδοση 2: 101,84%
 Βελτίωση Απόδοσης: 9,63%



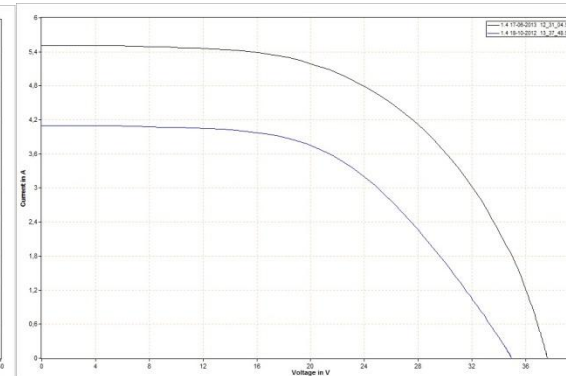
Panel: 5.5
 Απόδοση 1: 60,21%
 Απόδοση 2: 69,11%
 Βελτίωση Απόδοσης: 8,89%



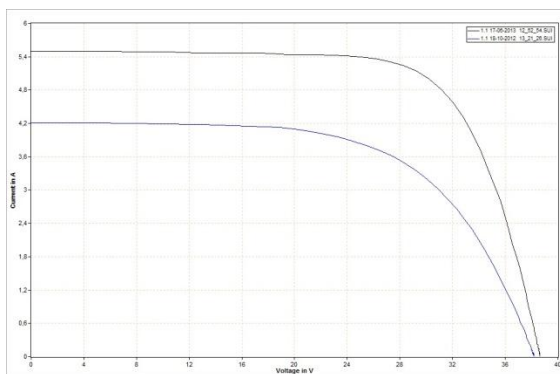
Panel: 5.6
 Απόδοση 1: 62,05%
 Απόδοση 2: 74,00%
 Βελτίωση Απόδοσης: 11,9569%



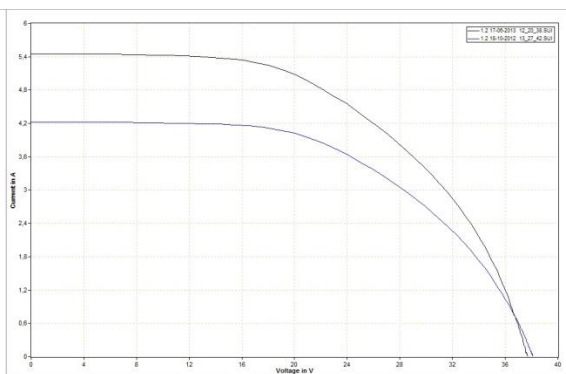
Panel: 5.7
 Απόδοση 1: 65,26%
 Απόδοση 2: 80,63%
 Βελτίωση Απόδοσης: 15,37%



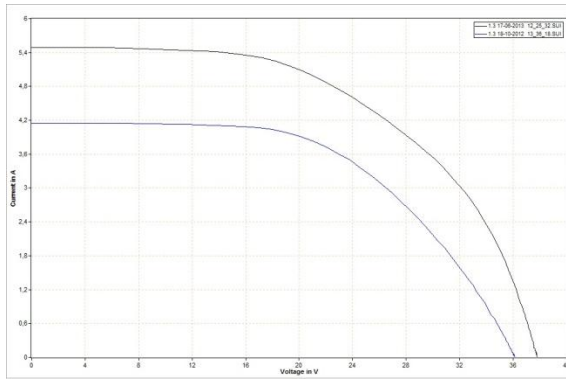
Panel: 6.1
 Απόδοση 1: 60,63%
 Απόδοση 2: 67,47%
 Βελτίωση Απόδοσης: 6,84%



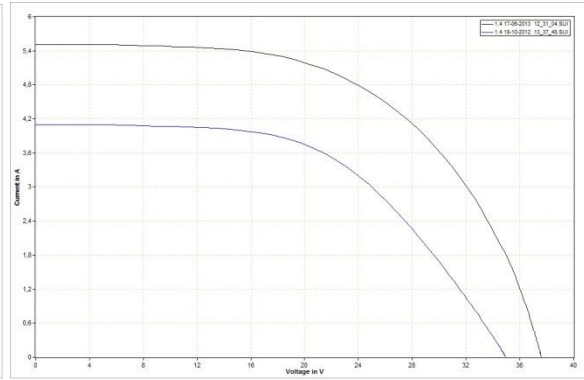
Panel: 6.2
 Απόδοση 1: 63,26%
 Απόδοση 2: 74,11%
 Βελτίωση Απόδοσης: 10,84%



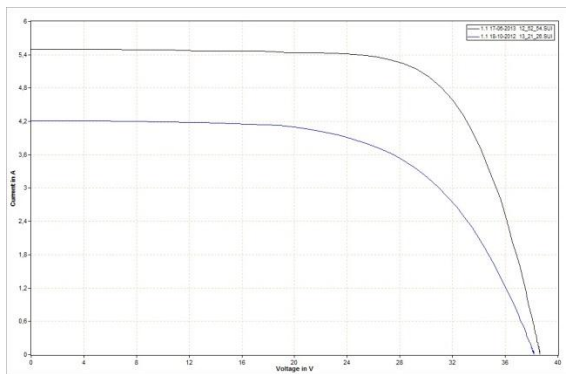
Panel: 6.3
 Απόδοση 1: 67,58%
 Απόδοση 2: 80,42%
 Βελτίωση Απόδοσης: 12,84%



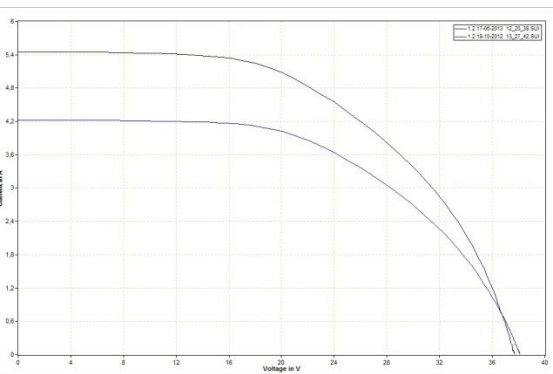
Panel: 6.4
 Απόδοση 1: 92,32%
 Απόδοση 2: 98,63%
 Βελτίωση Απόδοσης: 6,32%



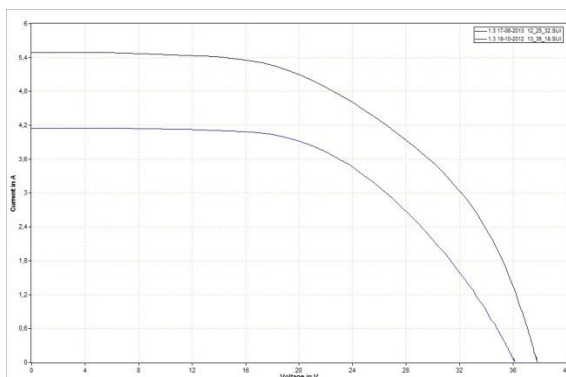
Panel: 6.5
 Απόδοση 1: 56,79%
 Απόδοση 2: 66,68%
 Βελτίωση Απόδοσης: 9,89%



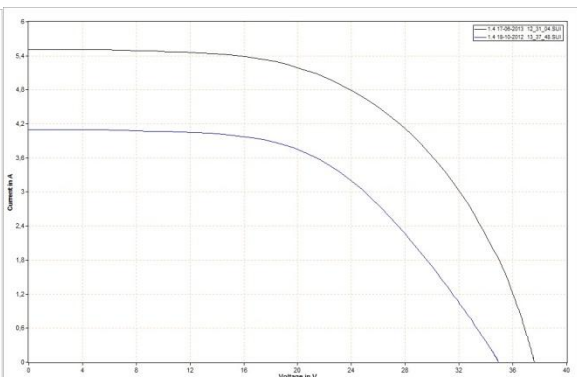
Panel: 6.6
 Απόδοση 1: 63,63%
 Απόδοση 2: 76,58%
 Βελτίωση Απόδοσης: 12,95%



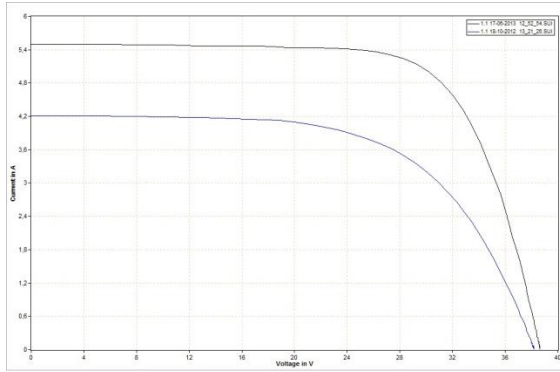
Panel: 6.7
 Απόδοση 1: 54,05%
 Απόδοση 2: 65,42%
 Βελτίωση Απόδοσης: 11,36%



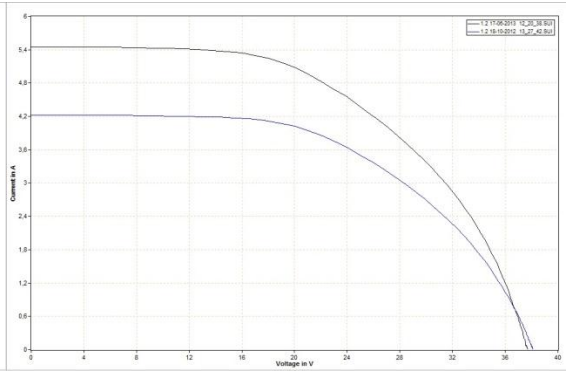
Panel: 7.1
 Απόδοση 1: 61,21%
 Απόδοση 2: 72,26%
 Βελτίωση Απόδοσης: 11,05%



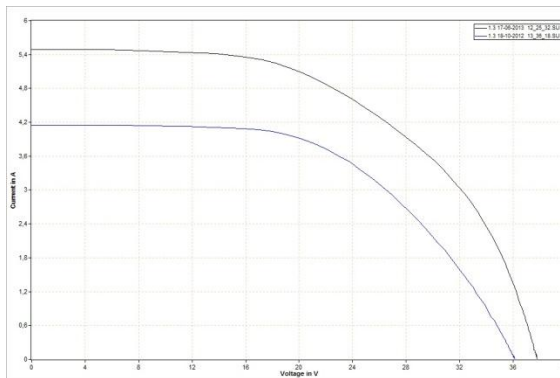
Panel: 7.2
 Απόδοση 1: 61,95%
 Απόδοση 2: 70,42%
 Βελτίωση Απόδοσης: 8,47%



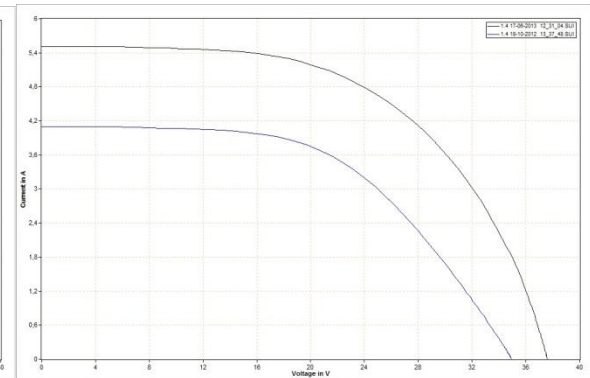
Panel: 7.3
 Απόδοση 1: 75,42%
 Απόδοση 2: 90,00%
 Βελτίωση Απόδοσης: 14,58%



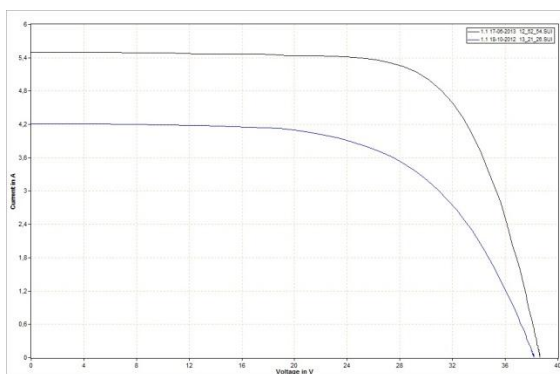
Panel: 7.4
 Απόδοση 1: 92,63%
 Απόδοση 2: 99,26%
 Βελτίωση Απόδοσης: 6,63%



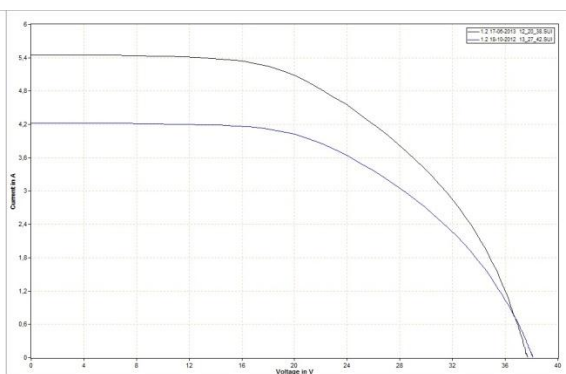
Panel: 7.5
 Απόδοση 1: 92,68%
 Απόδοση 2: 100,16%
 Βελτίωση Απόδοσης: 7,47%



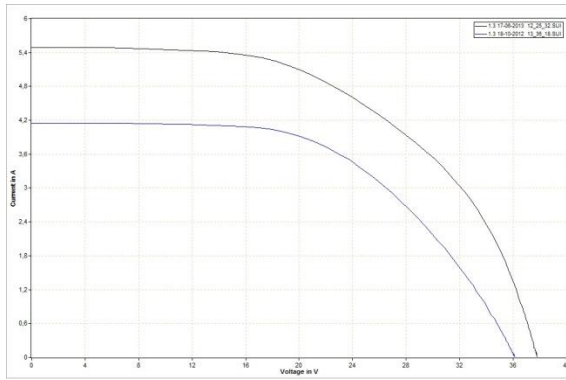
Panel: 7.6
 Απόδοση 1: 93,11%
 Απόδοση 2: 102,11%
 Βελτίωση Απόδοσης: 9,00%



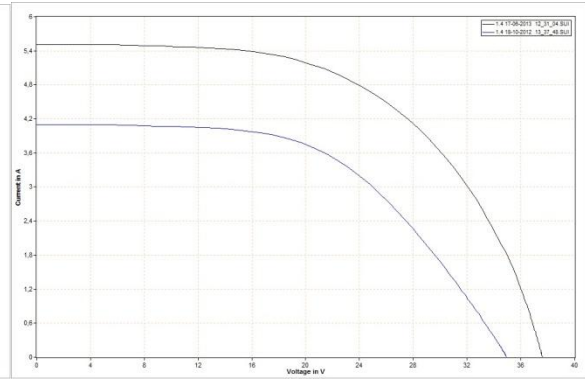
Panel: 7.7
 Απόδοση 1: 92,11%
 Απόδοση 2: 102,89%
 Βελτίωση Απόδοσης: 10,79%



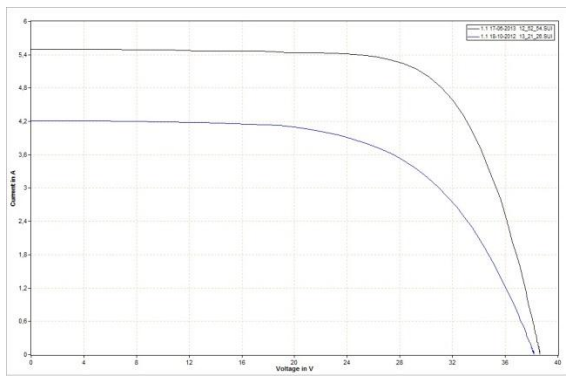
Panel: 8.1
 Απόδοση 1: 65,21%
 Απόδοση 2: 80,74%
 Βελτίωση Απόδοσης: 15,53%



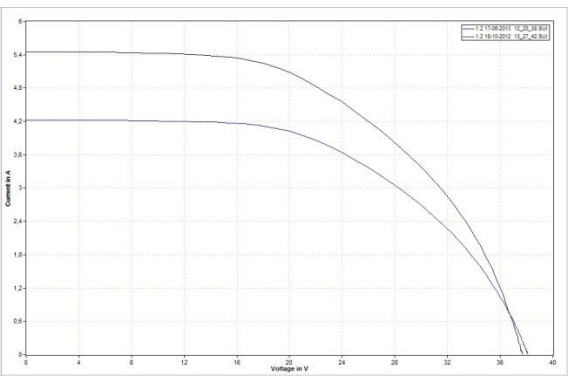
Panel: 8.2
 Απόδοση 1: 67,42%
 Απόδοση 2: 77,63%
 Βελτίωση Απόδοσης: 10,21%



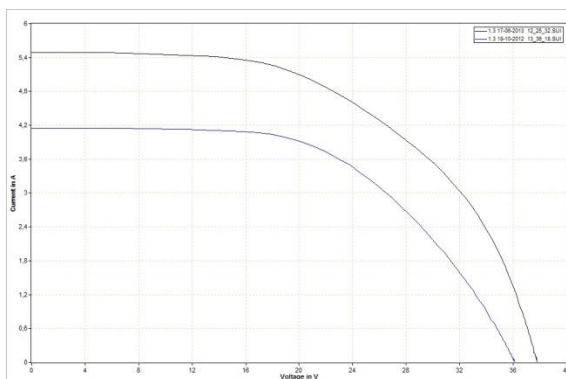
Panel: 8.3
 Απόδοση 1: 71,42%
 Απόδοση 2: 94,47%
 Βελτίωση Απόδοσης: 23,05%



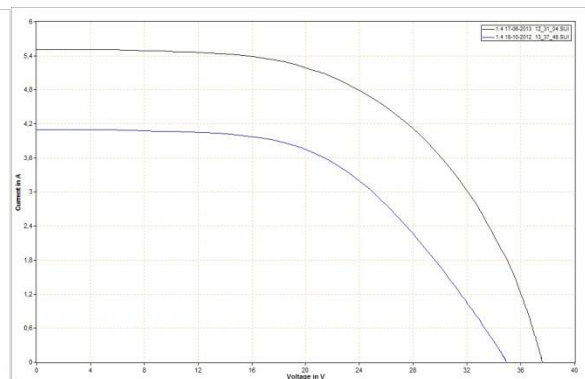
Panel: 8.4
 Απόδοση 1: 71,68%
 Απόδοση 2: 95,42%
 Βελτίωση Απόδοσης: 23,73%



Panel: 8.5
 Απόδοση 1: 93,42%
 Απόδοση 2: 99,63%
 Βελτίωση Απόδοσης: 6,21%



Panel: 8.6
 Απόδοση 1: 93,84%
 Απόδοση 2: 102,63%
 Βελτίωση Απόδοσης: 8,79%



Panel: 8.7
 Απόδοση 1: 92,00%
 Απόδοση 2: 102,00%
 Βελτίωση Απόδοσης: 10,00%

Στο Παράρτημα 1 παρατίθενται αναλυτικά οι μετρήσεις της εγκατάστασης.

Πιο κάτω φαίνεται η κάτοψη του σχεδίου, που δείχνει πως ήταν τοποθετημένα τα πλαίσια, καθώς επίσης και την ισχύ που μετρήθηκε στο κάθε πανέλο πριν και μετά τη σύνδεση του PV Offset Box.

187,3/152,1 1.1	134,5/127,5 1.2	138,2/117,8 1.3	146,2/108,6 1.4	158,0/108,2 1.5	162,1/138,3 1.6
148,6/127,8 2.1	161,3/135,0 2.2	166,7/147,4 2.3	179,7/168,7 2.4	184,2/183,4 2.5	183,5/180,5 2.6
180,6/144,4 3.1	179,6/142,1 3.2	162,7/130,9 3.3	151,4/118,1 3.4	150,9/117,0 3.5	150,2/127,0 3.6
186,4 4.1	186,7/187,1 4.2	184,2/184,8 4.3	184,8/183,8 4.4	183,1/184,8 4.5	156,5/185,1 4.6

136,0/115,5 5.1	161,8/130,0 5.2	161,9/134,4 5.3	193,5/175,2 5.4	131,3/114,4 5.5	140,6/117,9 5.6	153,2/124,0 5.7
128,2/115,2 6.1	140,8/120,2 6.2	152,8/128,4 6.3	187,4/175,4 6.4	126,7/107,9 6.5	145,5/120,9 6.6	124,3/102,7 6.7
137,3/116,3 7.1	133,8/117,7 7.2	171,0/143,3 7.3	188,6/176,0 7.4	190,3/176,1 7.5	194,0/176,9 7.6	195,5/175,0 7.7
153,4/123,9 8.1	147,5/128,1 8.2	179,5/135,7 8.3	181,3/136,2 8.4	189,3/177,5 8.5	195,0/178,3 8.6	193,8/174,8 8.7

Παρατηρούμε από τις πιο πάνω μετρήσεις ότι σε σχεδόν όλα τα πανέλα είχε εμφανιστεί το φαινόμενο PID, είτε σε μικρό βαθμό είτε σε πιο μεγάλο βαθμό. Αυτό μπορούμε να το δούμε από την απόδοση του κάθε πανέλου. Στα πανέλα που η απόδοση τους μειώθηκε γύρω στα 2-3 %, η εμφάνιση του PID είναι ελάχιστη έως καθόλου. Υπάρχουν όμως και πανέλα στα οποία παρουσιάστηκε μείωση της απόδοσης μέχρι και 50% περίπου. Με την τοποθέτηση του PV Offset Box, παρατηρούμε ότι όλα τα πανέλα βελτίωσαν την απόδοση τους κατά ένα ποσοστό, μέχρι και 23%. Όπως αναφέρει και το Data Sheet του PV Offset Box, η συσκευή αυτή έχει τη δυνατότητα να επαναφέρει στην κανονική του απόδοση πανέλο που έχει απώλεια μέχρι και 30%. Μονάδα με μεγαλύτερη απώλεια, θα βελτιώσει την απόδοση του μέχρι κάποιο βαθμό, αλλά επειδή η κατάσταση του είναι μη αναστρέψιμη, δεν θα καταφέρει να το επαναφέρει στην ονομαστική του απόδοση. Αυτό αποδεικνύεται και στη δική μας εγκατάσταση, αφού όσα πανέλα είχαν μείωση μικρότερη των 30%, με την τοποθέτηση της συσκευής επανήλθαν σε μια καλή απόδοση, ενώ τα υπόλοιπα όχι.

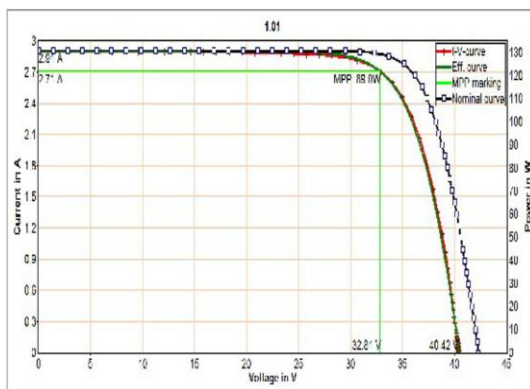
Κεφάλαιο 7: Φωτοβολταϊκή Εγκατάσταση 5kW – Αυλίδα

Στο σημείο αυτό, θα εξετάσουμε μια άλλη φωτοβολταϊκή εγκατάσταση στην Αυλίδα, εγκατεστημένης ισχύος 5kW, πάνω σε στέγη, στην οποία παρατηρήθηκε το φαινόμενο PID σε ορισμένα πλαίσια. Η εγκατάσταση αυτή μελετήθηκε και μετρήθηκε αρχικά μόλις έγινε αντιληπτό το φαινόμενο και είχαμε μείωση της απόδοσης. Μετά την μέτρηση, ο ιδιοκτήτης της εγκατάστασης ζήτησε την αντικατάσταση των προβληματικών πανέλων, για την αποκατάσταση της εγκατάστασης. Στη συνέχεια παρατίθενται οι μετρήσεις από όλα τα πάνελα της εγκατάστασης.

Μετρήσεις

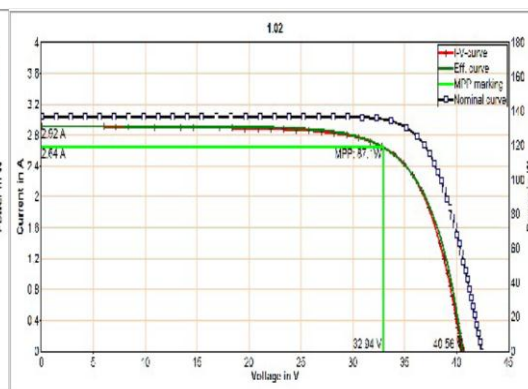
Στα πιο κάτω διαγράμματα, απεικονίζονται οι I-V καμπύλες του κάθε πάνελου, η ονομαστική και η μετρηθείσα, ανηγμένες σε συνθήκες STC, έτσι ώστε να φαίνεται η απόκλιση της από την ονομαστική. Ακολουθούν τα διαγράμματα για όλα τα πάνελα της εγκατάστασης.

String 1



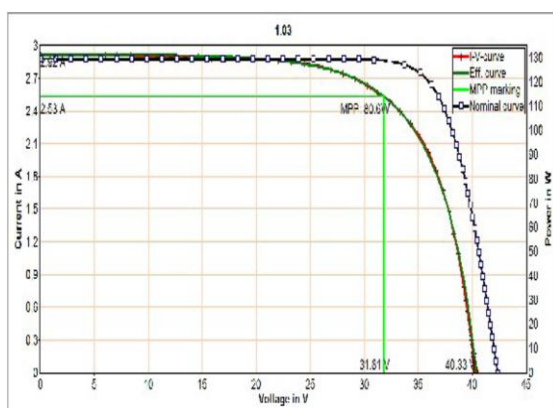
Panel: 1.1

Απόδοση 1: 93,90%



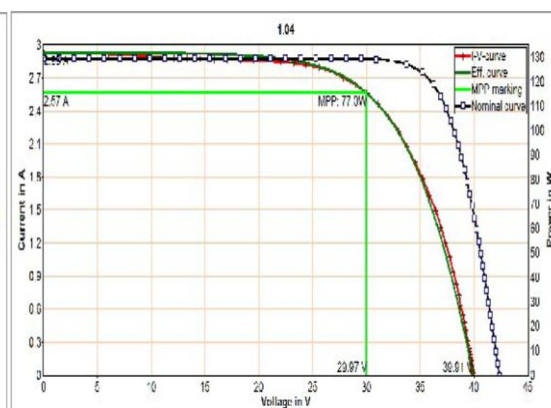
Panel: 1.2

Απόδοση 1: 93,80%



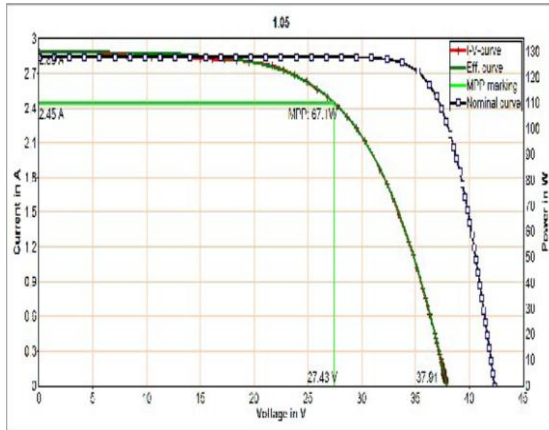
Panel: 1.3

Απόδοση 1: 98,10%

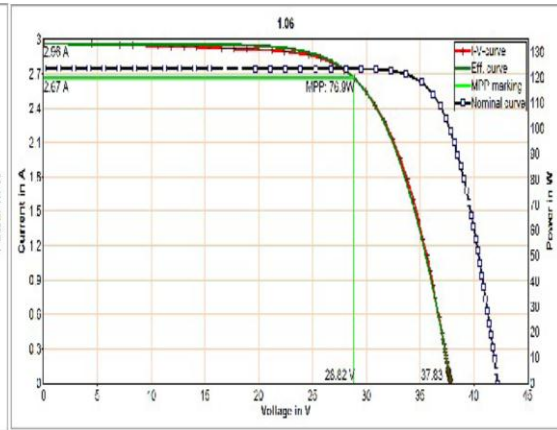


Panel: 1.4

Απόδοση 1: 84,60%

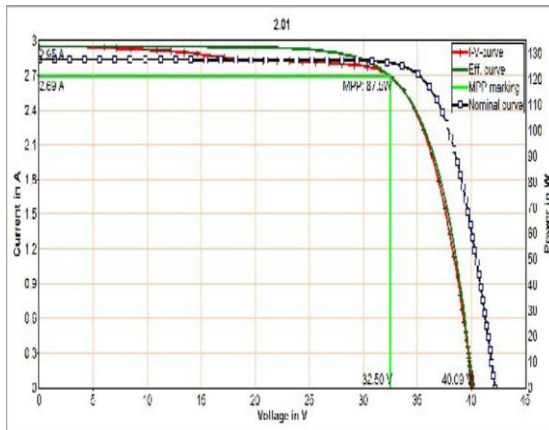


Panel: 1.5
Απόδοση 1: 75,50%

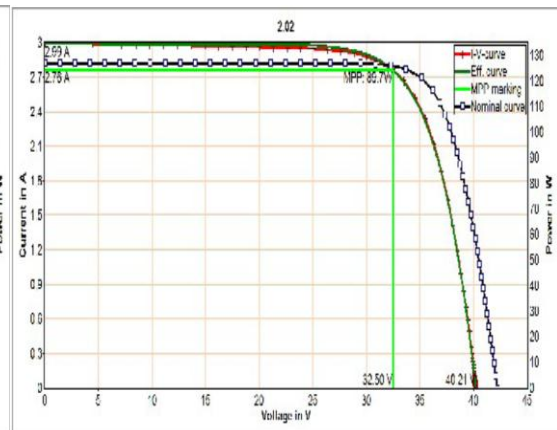


Panel: 1.6
Απόδοση 1: 85,10%

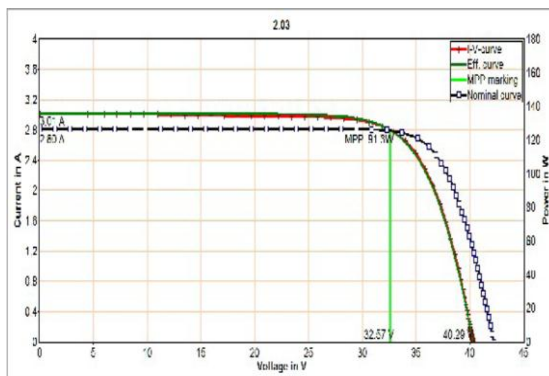
String 2



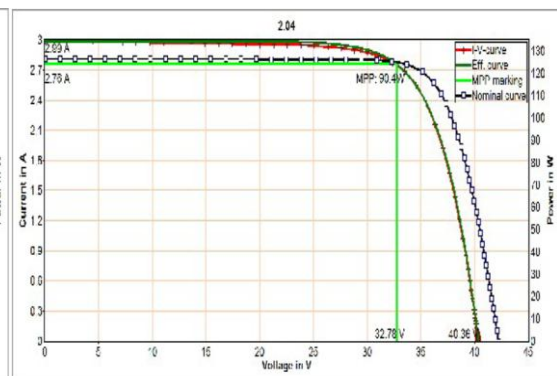
Panel: 2.1
Απόδοση 1: 100,2%



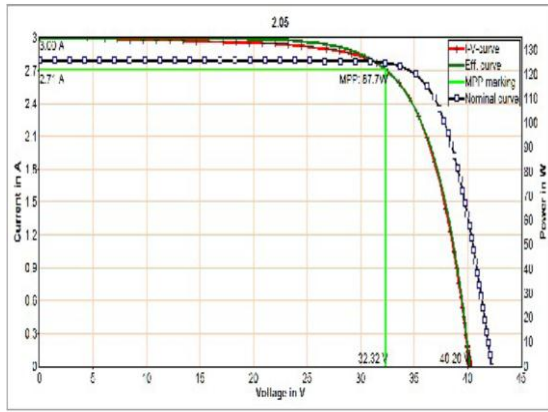
Panel: 2.2
Απόδοση 1: 100,0%



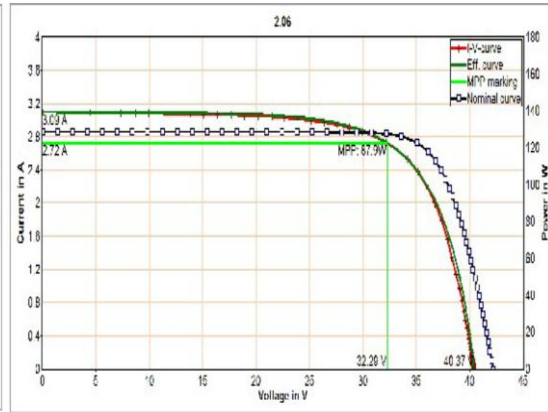
Panel: 2.3
Απόδοση 1: 99,90%



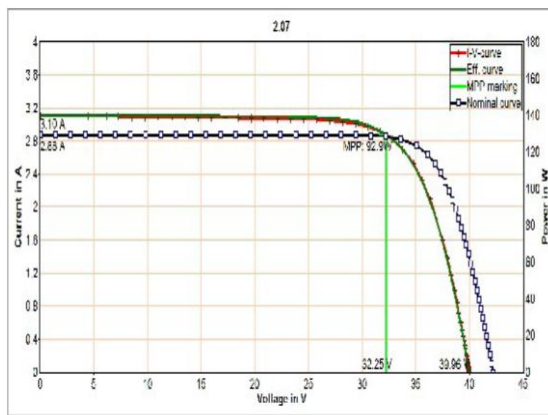
Panel: 2.4
Απόδοση 1: 101,9%



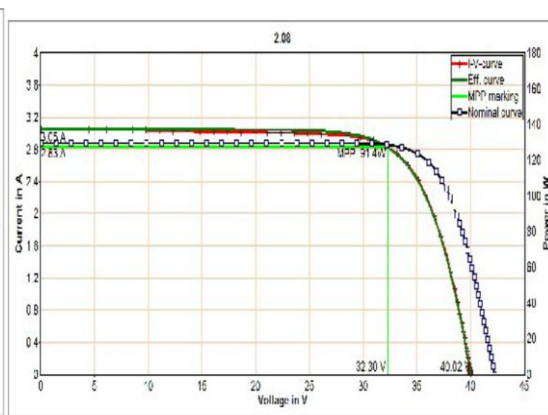
Panel: 2.5
Απόδοση 1: 103,0%



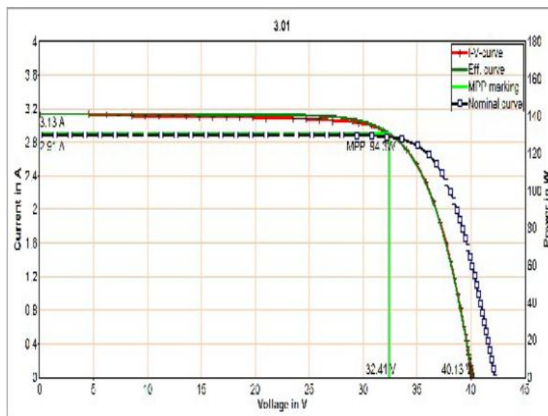
Panel: 2.6
Απόδοση 1: 107,2%



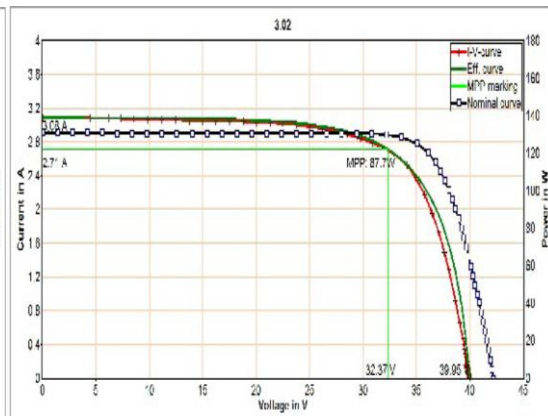
Panel: 2.7
Απόδοση 1: 100,1%



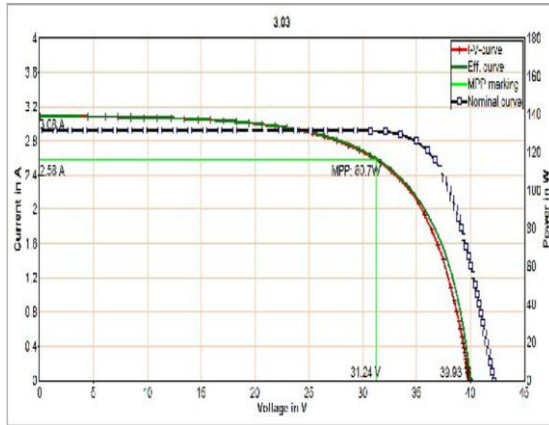
Panel: 2.8
Απόδοση 1: 98,40%



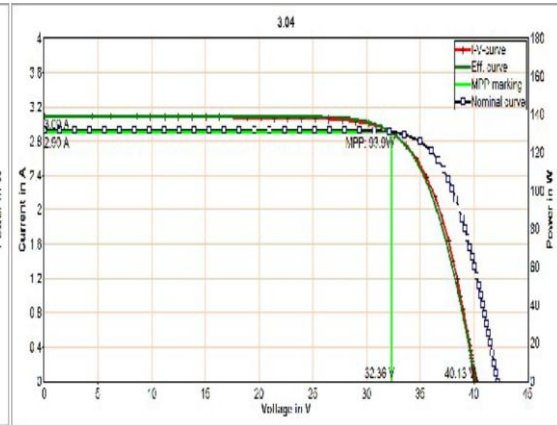
Panel: 3.1
Απόδοση 1: 101,1%



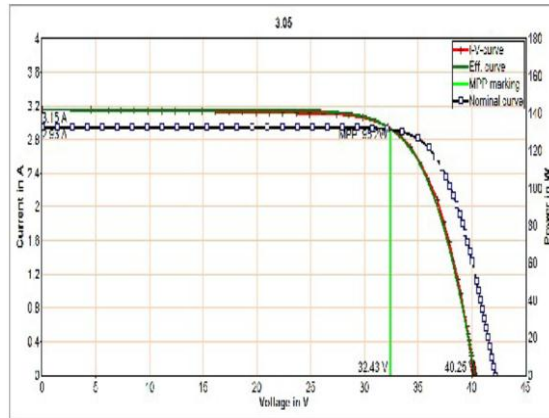
Panel: 3.2
Απόδοση 1: 107,1%



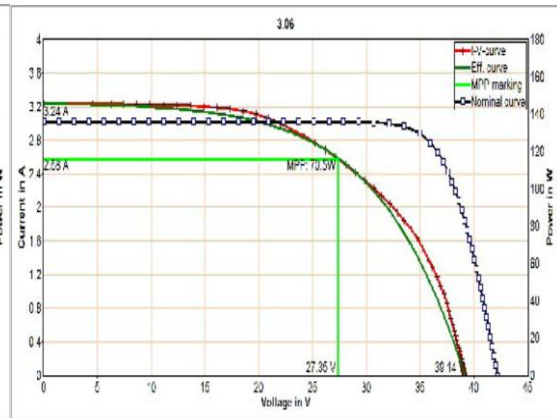
Panel: 3.3
Απόδοση 1: 103,3%



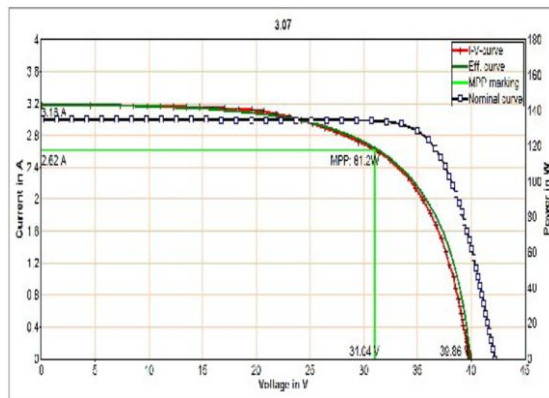
Panel: 3.4
Απόδοση 1: 96,9%



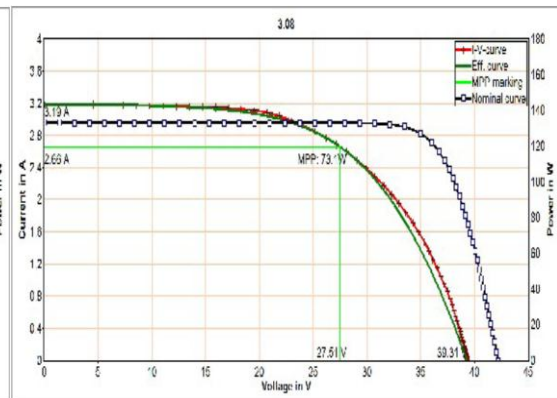
Panel: 3.5
Απόδοση 1: 99,40%



Panel: 3.6
Απόδοση 1: 79,60%



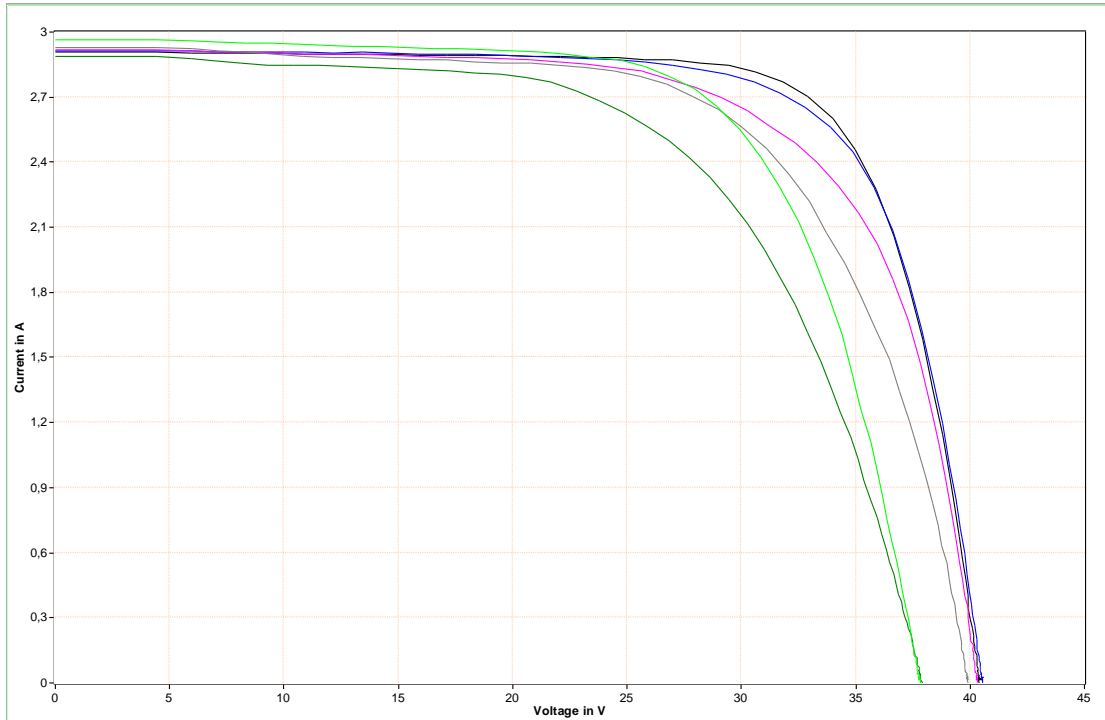
Panel: 3.7
Απόδοση 1: 104,0%



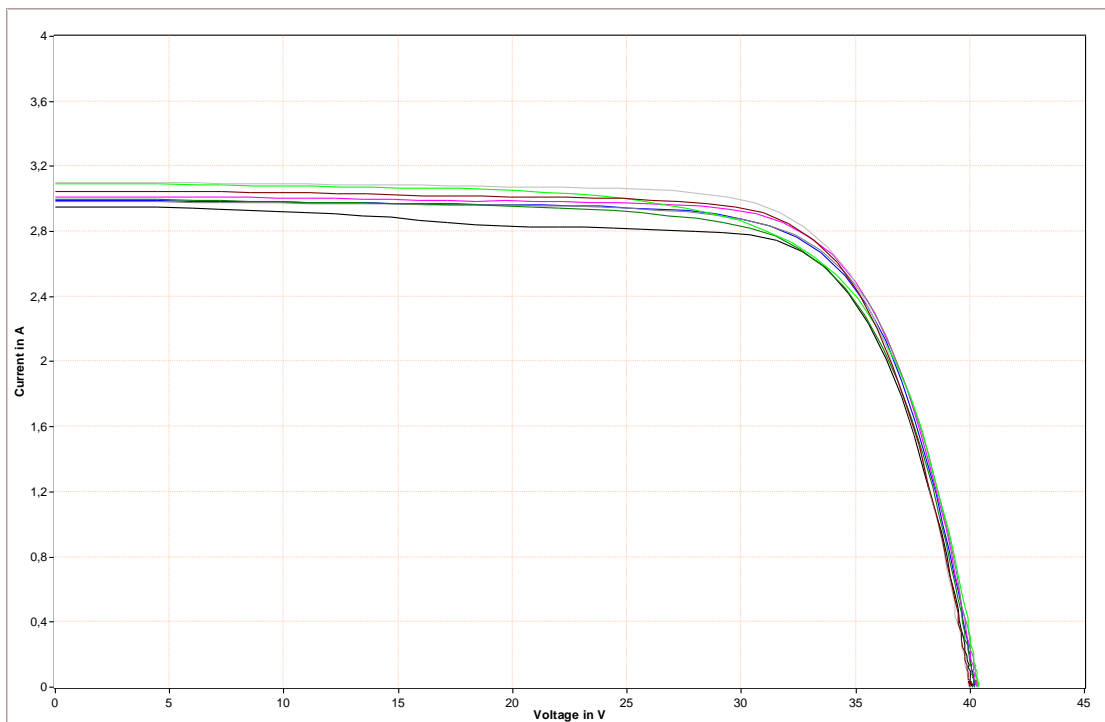
Panel: 3.8
Απόδοση 1: 77,1%

Πιο κάτω παραθέτουμε και συγκριτικά διαγράμματα των καμπυλών των Φ/Β πάνελ ανά συστοιχία. Έτσι μπορούμε να ξεχωρίσουμε ποια πάνελα της συστοιχίας έχουν επηρεαστεί περισσότερο από το φαινόμενο PID και έχουν μειώσει περισσότερο την απόδοση τους.

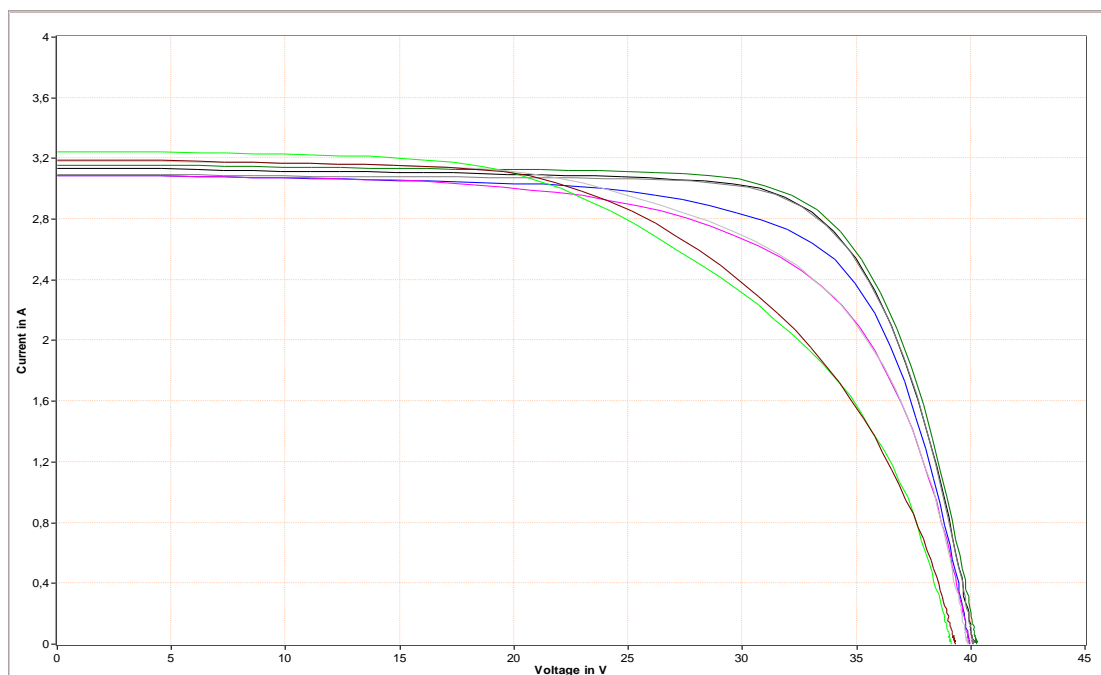
String 1



String 2



String 3



Στο Παράρτημα 2 παρατίθενται αναλυτικά οι μετρήσεις της εγκατάστασης.

Όπως φαίνεται και από τις μετρήσεις και από τα διαγράμματα, το δεύτερο string δεν επηρεάστηκε καθόλου από το φαινόμενο PID, σε αντίθεση με τα άλλα δύο string. Στο πρώτο string, τα πάνελ που επηρεάστηκαν περισσότερο είναι τα τρία τελευταία (1.4, 1.5, 1.6), που είναι τα πάνελα πιο πλησιέστερα στον αρνητικό πόλο. Αυτό αποδεικνύει και τη θεωρία του PID, ότι επηρεάζονται περισσότερο τα πλαίσια τα οποία είναι πιο κοντά στον αρνητικό πόλο αφού το αρνητικό δυναμικό είναι μεγαλύτερο. Το ίδιο ισχύει και στο τρίτο string, αφού τα πλαίσια που επηρεαστήκαν περισσότερο είναι το 3.6 και το 3.8 τα οποία είναι κοντά στον αρνητικό πόλο. Σε κανένα πάνελ όμως δεν παρουσιάστηκε μείωση μεγαλύτερη από 30%. Αυτό δείχνει ότι το φαινόμενο ανακαλύφθηκε νωρίς, γι' αυτό και δεν επηρεάστηκε σε πολύ μεγάλο βαθμό η εγκατάσταση.

Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων των ΦΒ πανέλων της εγκατάστασης αυτής, έγιναν και μετρήσεις της απόδοσης των string, αφού έγινε αντικατάσταση των προβληματικών πανέλων με άλλα υγιή. Με τη μέτρηση αυτή, παρατηρήθηκε ότι ένα χαλασμένο πάνελ, συνδεδεμένο σε string, προκαλεί μεγαλύτερο μείωση στην απόδοση της συστοιχίας, σε σχέση με τη μείωση που προκαλεί όταν μετρηθεί μόνο του. Όπως γνωρίζουμε, η τάση σε ένα string πρέπει να είναι ίση με το άθροισμα των τάσεων των πάνελ που είναι συνδεδεμένα σε σειρά. Στη μέτρηση όμως που έγινε, το άθροισμα των επιμέρους τάσεων των πλαισίων, δεν είναι ίσο με την τάση της συστοιχίας αλλά μεγαλύτερο. Αυτό αποδεικνύει ότι η σύνδεση ενός χαλασμένου πλαισίου σε μια συστοιχία, προκαλεί πρόβλημα σε όλη τη συστοιχία. Έτσι μια αρκετά καλή προσωρινή λύση σε περίπτωση PID σε συγκεκριμένα πλαίσια σε διάφορες συστοιχίες μιας εγκατάστασης, είναι η τοποθέτηση όλων των καλών πανέλων στην ίδια συστοιχία και η τοποθέτηση των χαλασμένων στην ίδια. Με αυτό τον τρόπο δεν χάνουμε επιπλέον απόδοση από τη συστοιχία στην οποία έχουμε τα υγιή πάνελα.

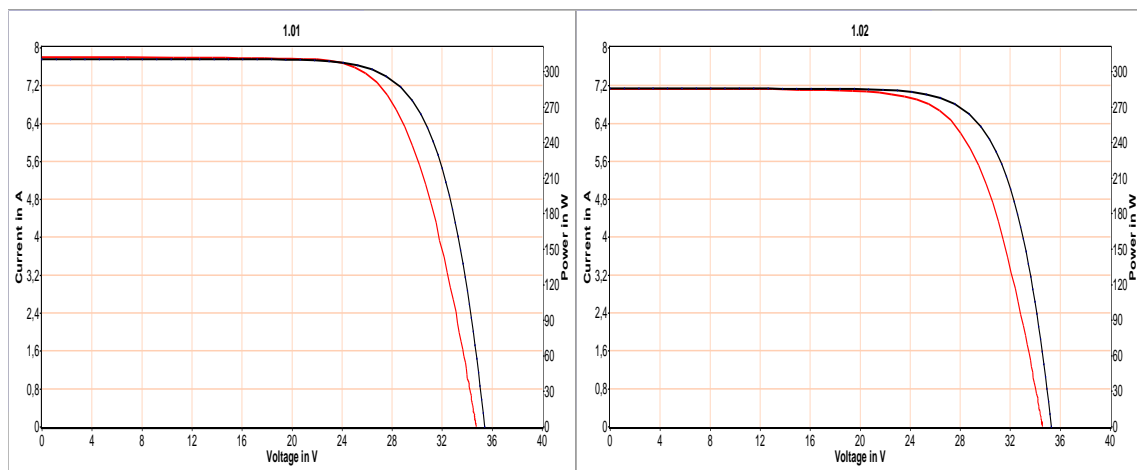
Κεφάλαιο 8: Φωτοβολταϊκή Εγκατάσταση 10kW – Τήνος

Μια άλλη εγκατάσταση η οποία επηρεάστηκε σοβαρά από το φαινόμενο PID, σε μη αναστρέψιμο σημείο, είναι μια εγκατάσταση στην Τήνο, ισχύος 10kW. Η εγκατάσταση αυτή είναι τοποθετημένη πάνω σε μια ταράτσα, σε ένα κτίριο κοντά στη θάλασσα. Η υγρασία που υπάρχει στην ατμόσφαιρα λόγω της θάλασσας, είναι άλλος ένας σημαντικός παράγοντας ο οποίος οδήγησε στην έντονη εμφάνιση του PID, όπως αναφέραμε και προηγουμένως.

Μετρήσεις

Στα πιο κάτω διαγράμματα, απεικονίζονται οι I-V καμπύλες του κάθε πανέλου, η ονομαστική και η μετρηθείσα, ανηγμένες σε συνθήκες STC, έτσι ώστε να φαίνεται η απόκλιση της από την ονομαστική. Ακολουθούν τα διαγράμματα για όλα τα πανέλα της εγκατάστασης.

String 1

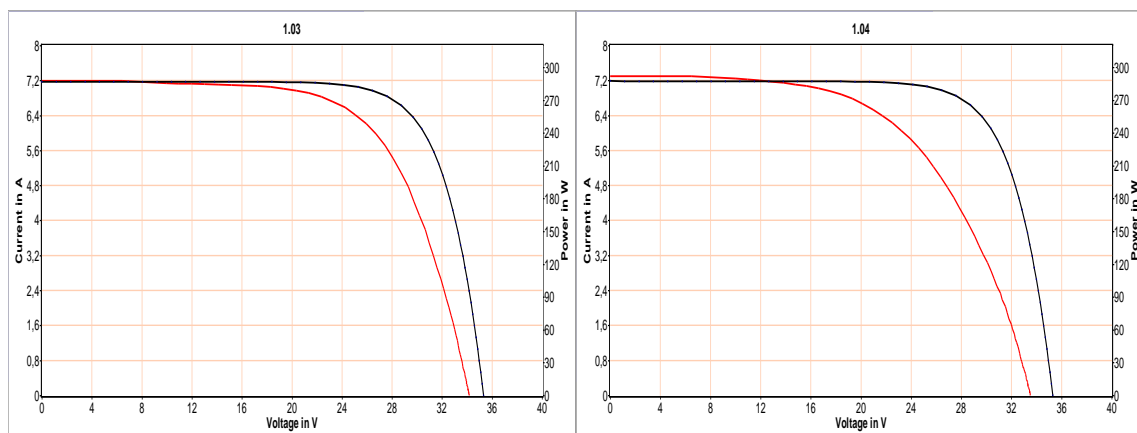


Panel: 1.1

Απόδοση 1: 93,70%

Panel: 1.2

Απόδοση 1: 91,90%

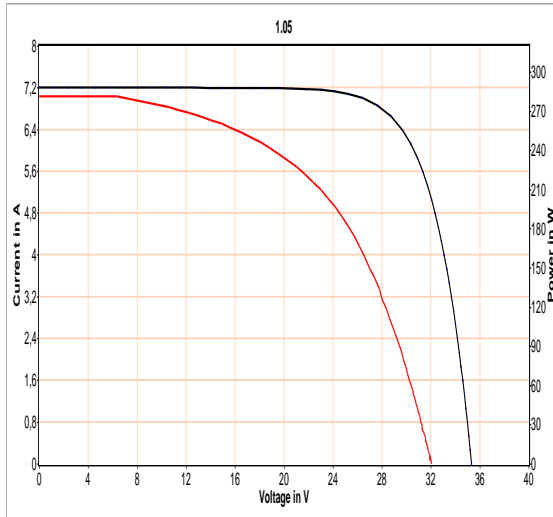


Panel: 1.3

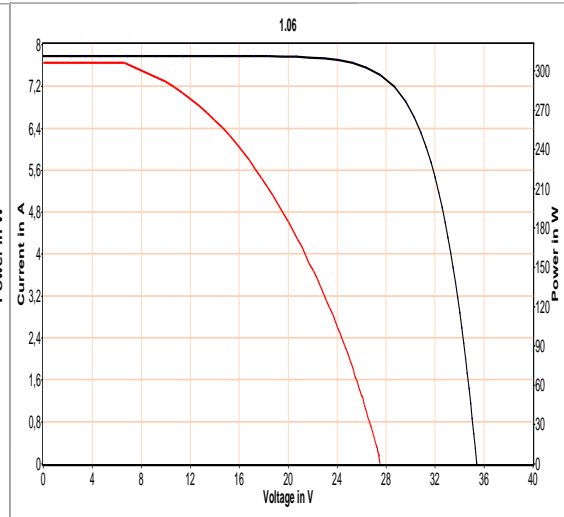
Απόδοση 1: 84,40%

Panel: 1.4

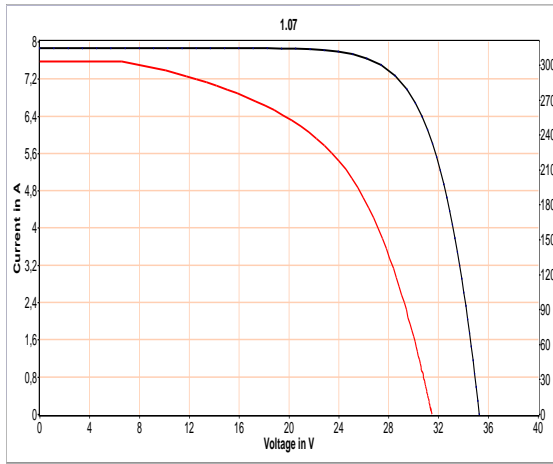
Απόδοση 1: 73,80%



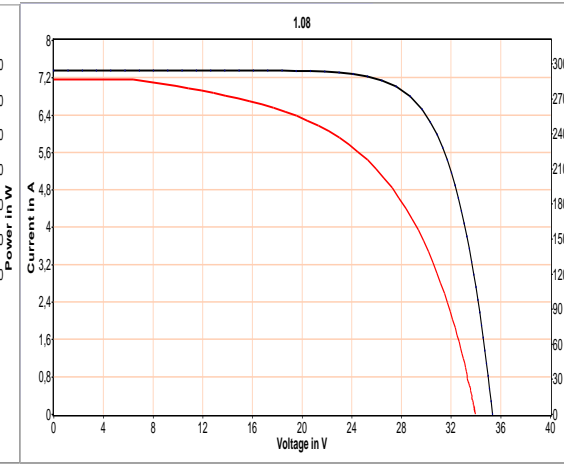
Panel: 1.5
Απόδοση 1: 65,90%



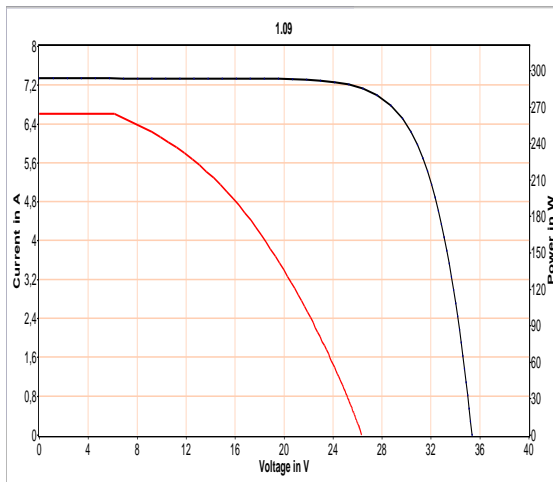
Panel: 1.6
Απόδοση 1: 47,00%



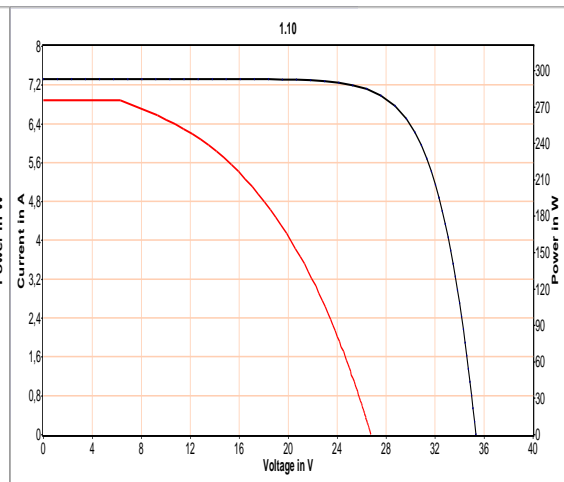
Panel: 1.7
Απόδοση 1: 65,30%



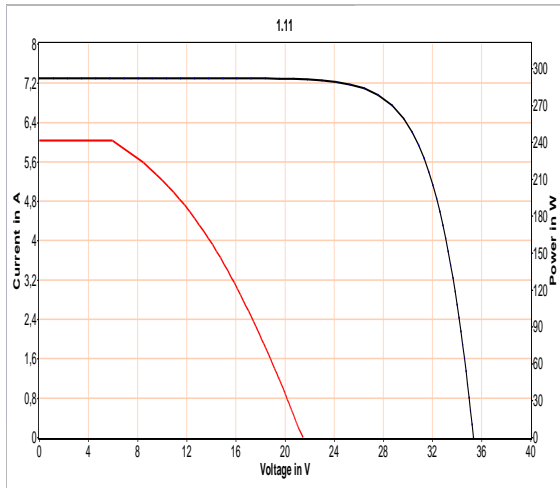
Panel: 1.8
Απόδοση 1: 73,70%



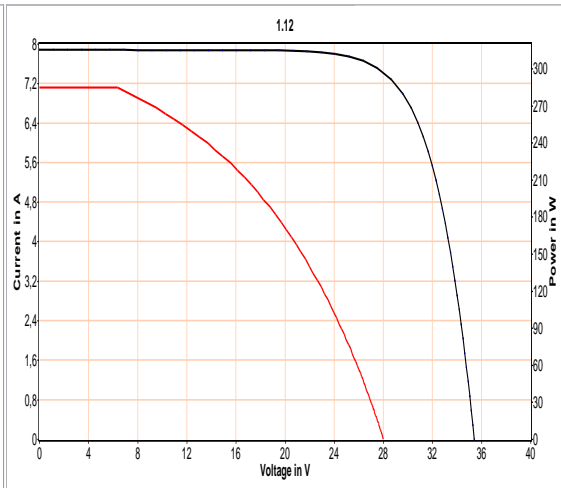
Panel: 1.9
Απόδοση 1: 39,40%



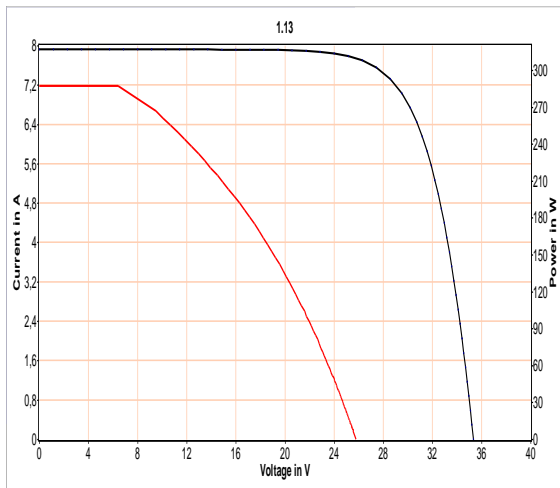
Panel: 1.10
Απόδοση 1: 45,10%



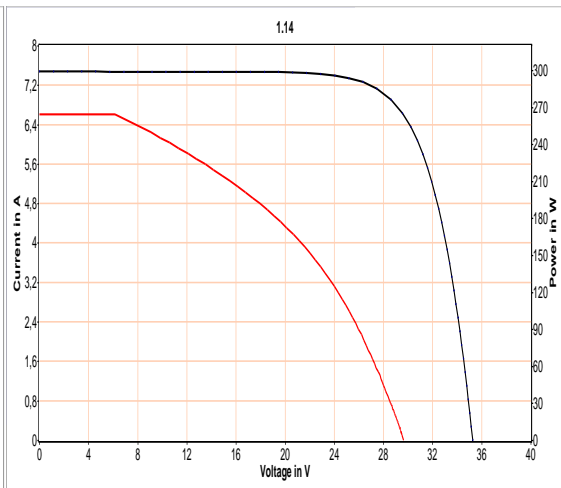
Panel: 1.11
Απόδοση 1: 28,20%



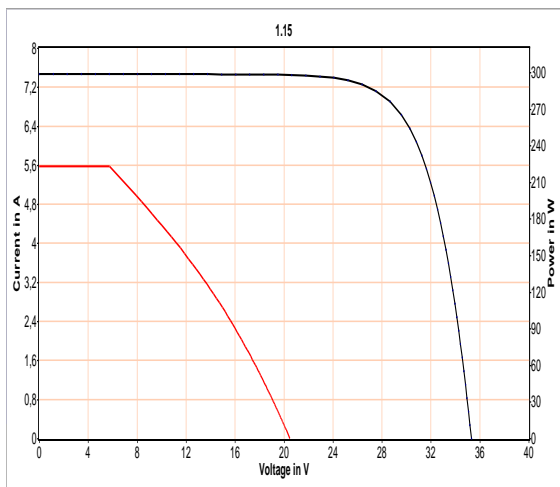
Panel: 1.12
Απόδοση 1: 42,80%



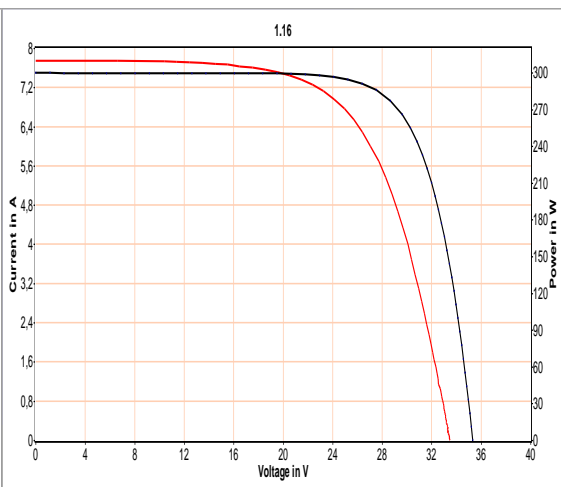
Panel: 1.13
Απόδοση 1: 37,70%



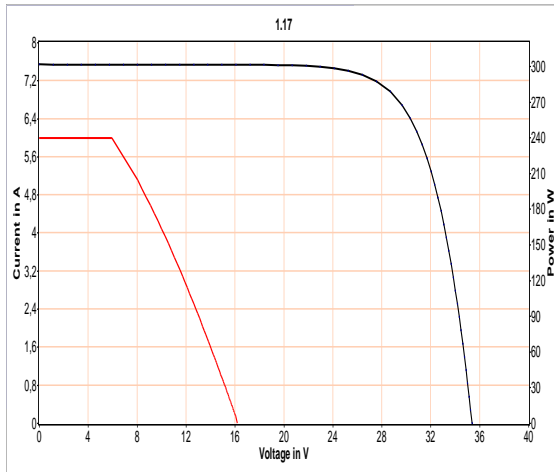
Panel: 1.14
Απόδοση 1: 46,20%



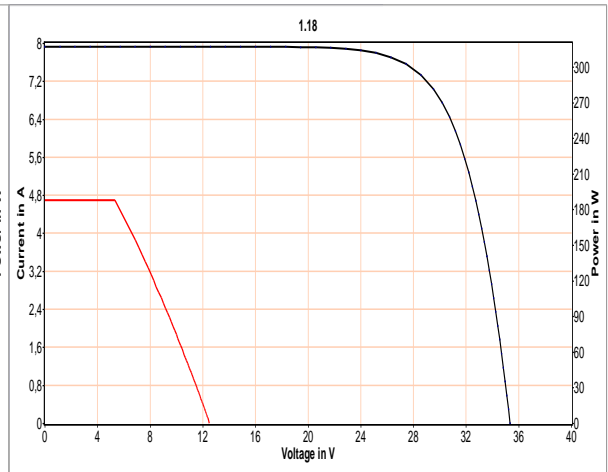
Panel: 1.15
Απόδοση 1: 22,00%



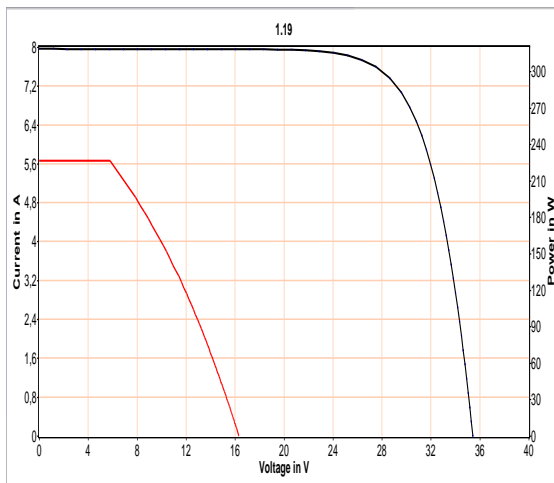
Panel: 1.16
Απόδοση 1: 85,20%



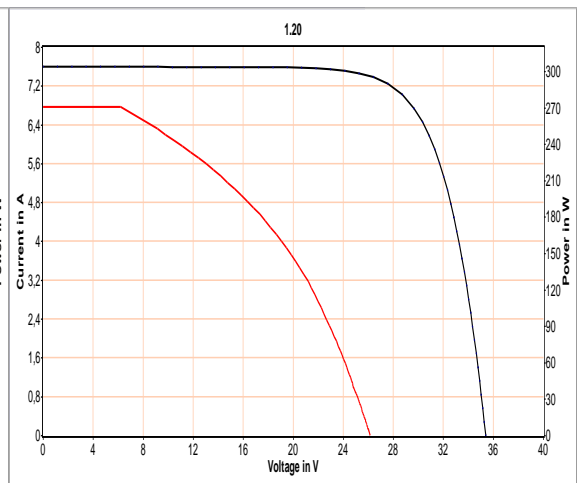
Panel: 1.17
Απόδοση 1: 19,40%



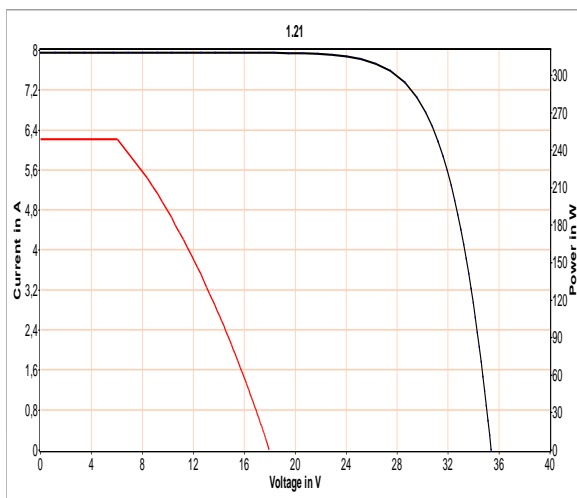
Panel: 1.18
Απόδοση 1: 12,10%



Panel: 1.19
Απόδοση 1: 18,60%

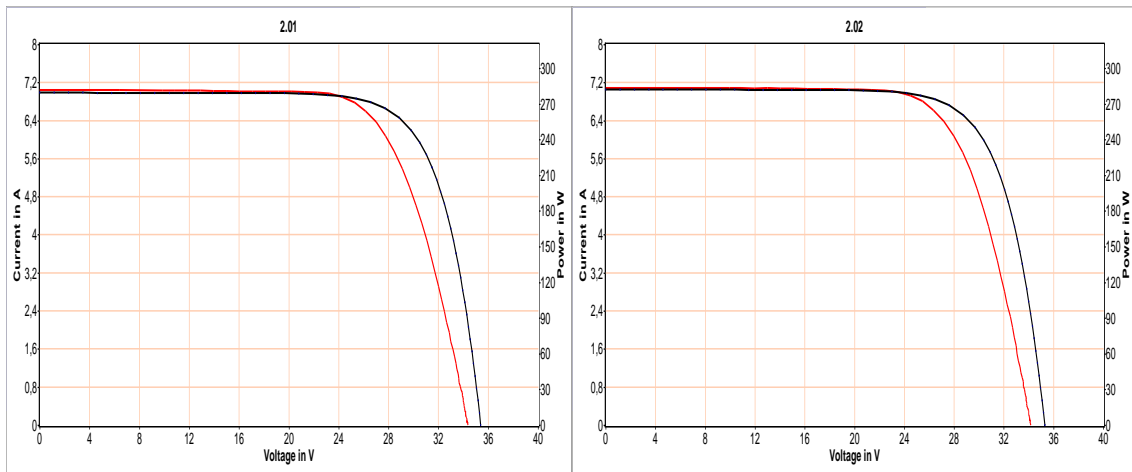


Panel: 1.20
Απόδοση 1: 40,90%



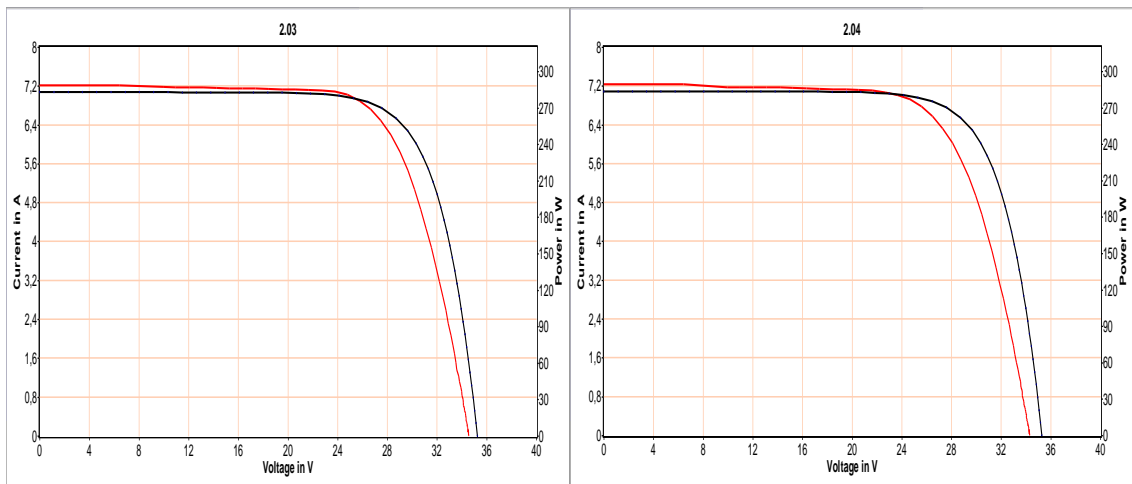
Panel: 1.21
Απόδοση 1: 22,30%

String 2



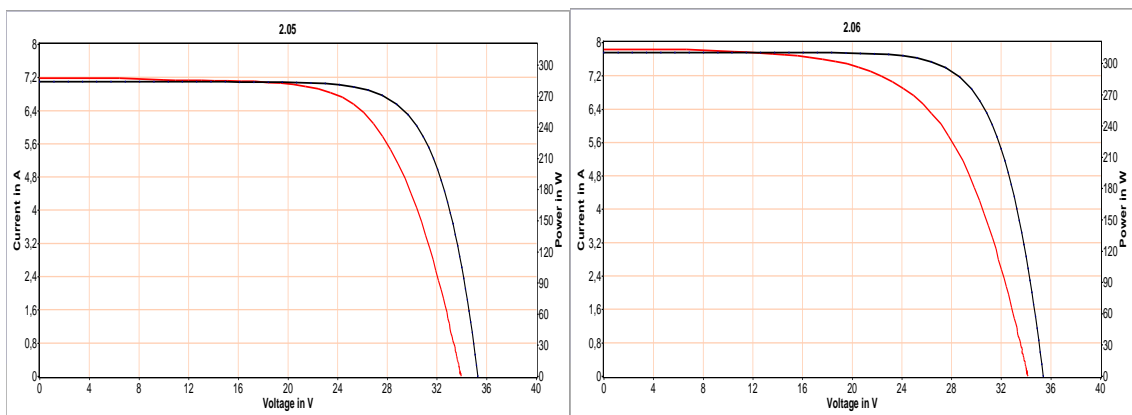
Panel: 2.1
Απόδοση 1: 89,80%

Panel: 2.2
Απόδοση 1: 90,80%



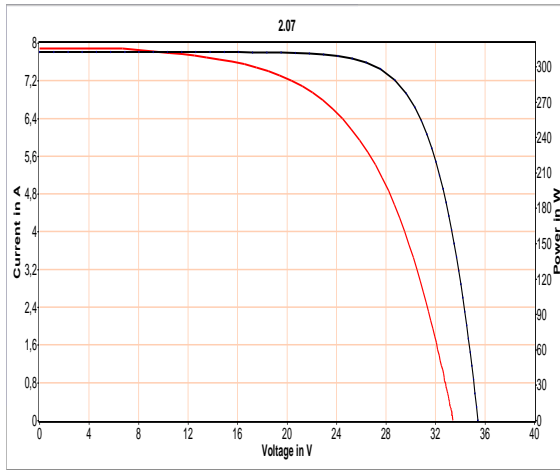
Panel: 2.3
Απόδοση 1: 93,50%

Panel: 2.4
Απόδοση 1: 91,10%

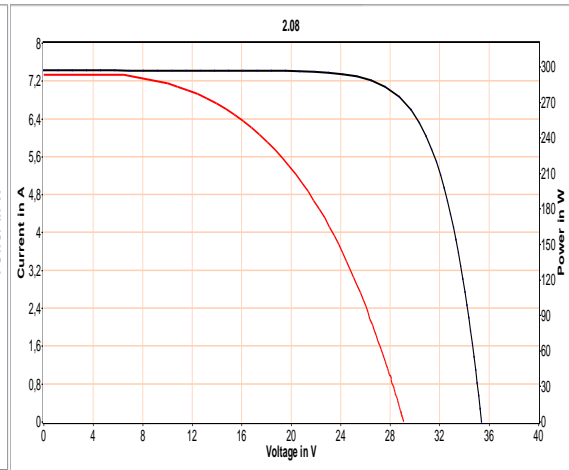


Panel: 2.5
Απόδοση 1: 87,00%

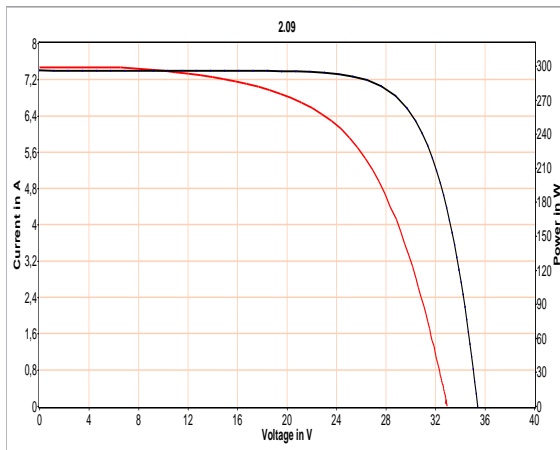
Panel: 2.6
Απόδοση 1: 82,20%



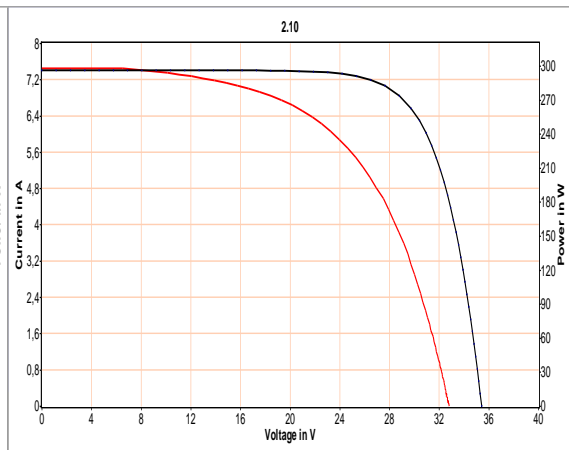
Panel: 2.7
Απόδοση 1: 76,60%



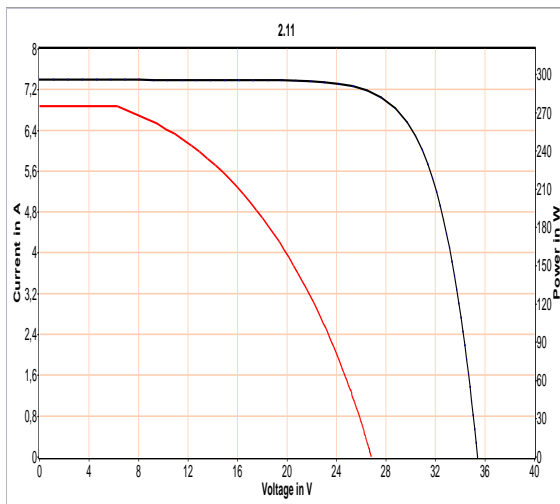
Panel: 2.8
Απόδοση 1: 54,90%



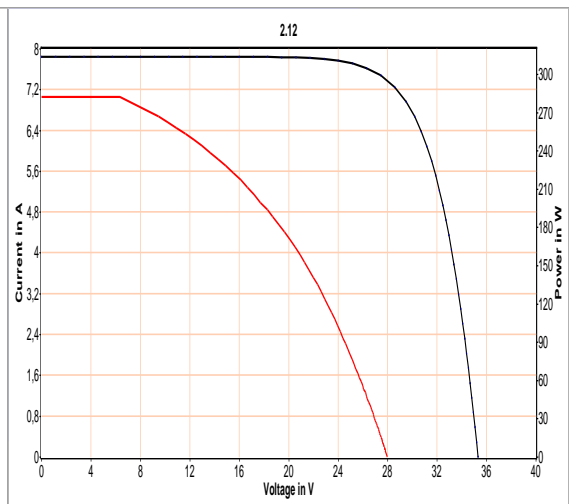
Panel: 2.9
Απόδοση 1: 77,40%



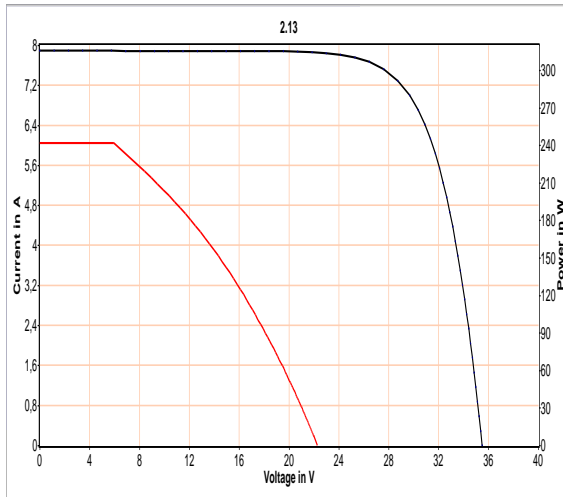
Panel: 2.10
Απόδοση 1: 73,2%



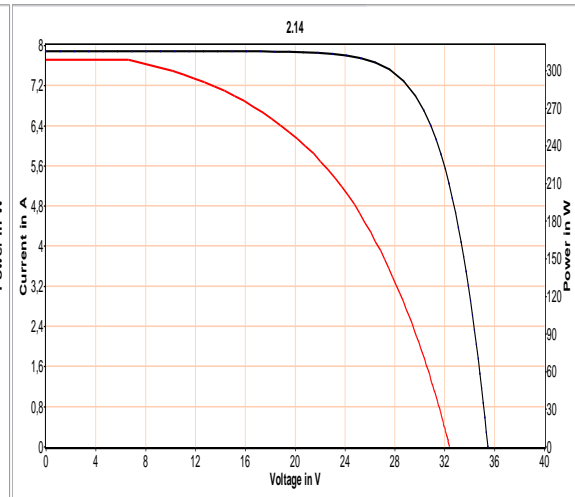
Panel: 2.11
Απόδοση 1: 43,40%



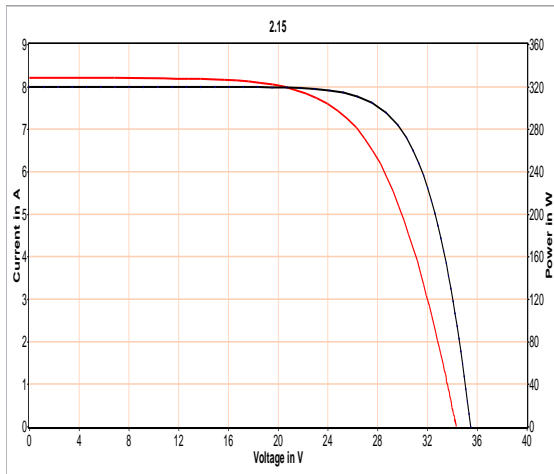
Panel: 2.12
Απόδοση 1: 43,50%



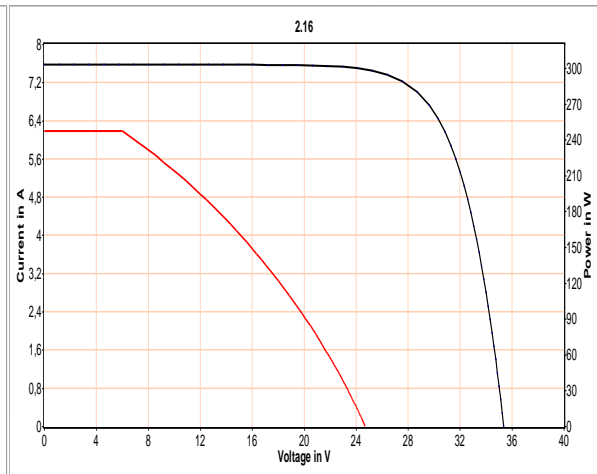
Panel: 2.13
Απόδοση 1: 26,10%



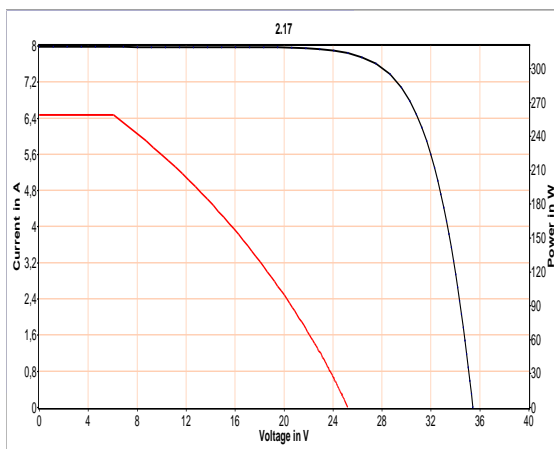
Panel: 2.14
Απόδοση 1: 61,00%



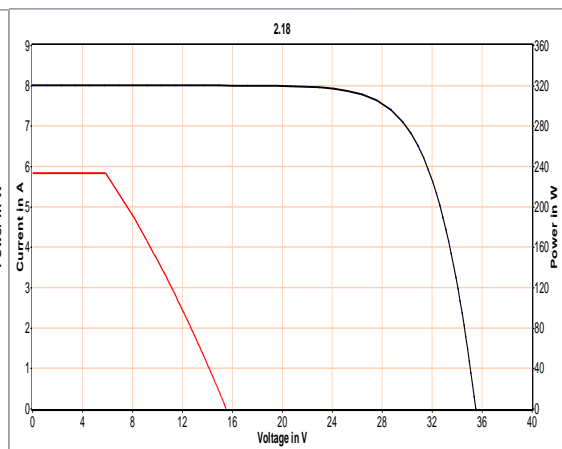
Panel: 2.15
Απόδοση 1: 87,50%



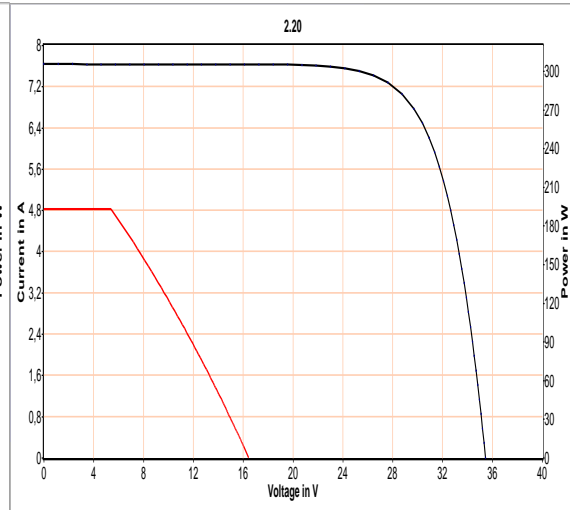
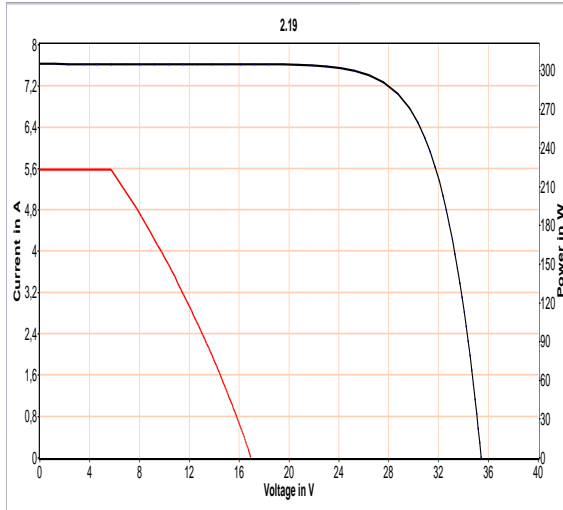
Panel: 2.16
Απόδοση 1: 29,90%



Panel: 2.17
Απόδοση 1: 29,90%

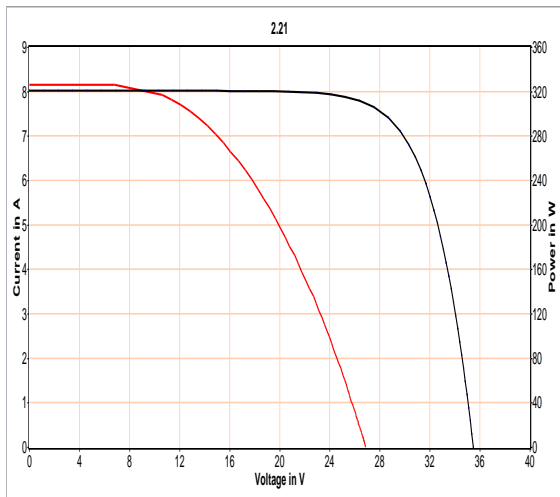


Panel: 2.18
Απόδοση 1: 17,50%



Panel: 2.19
Απόδοση 1: 18,40%

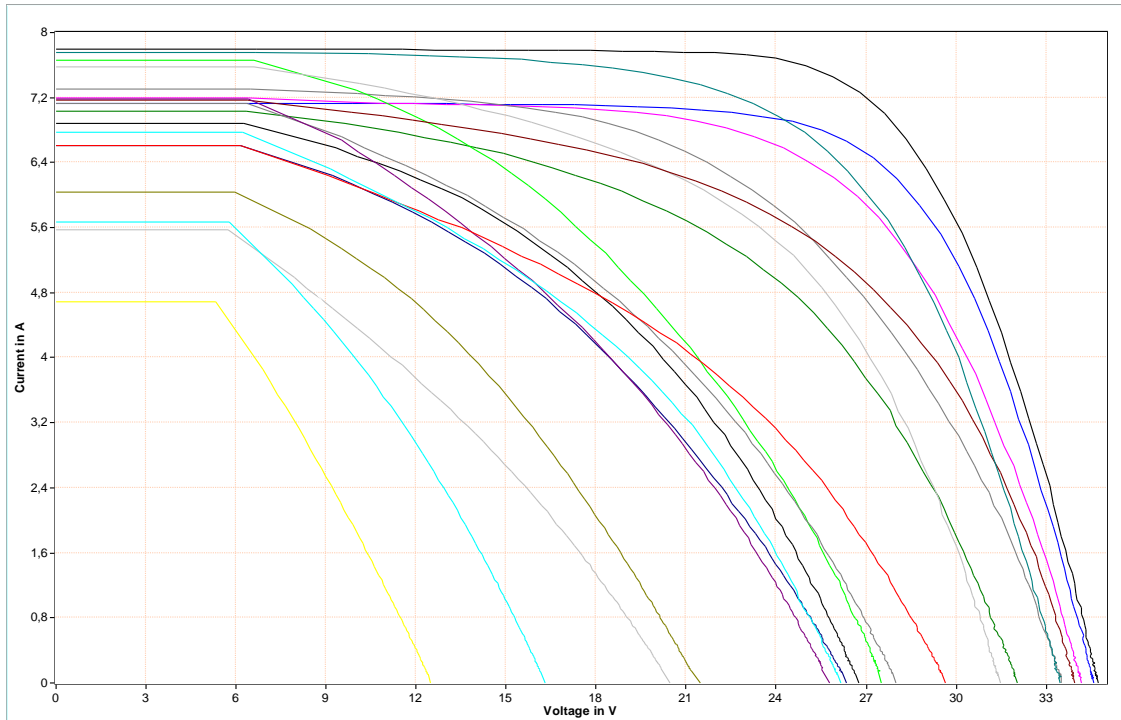
Panel: 2.20
Απόδοση 1: 14,40%



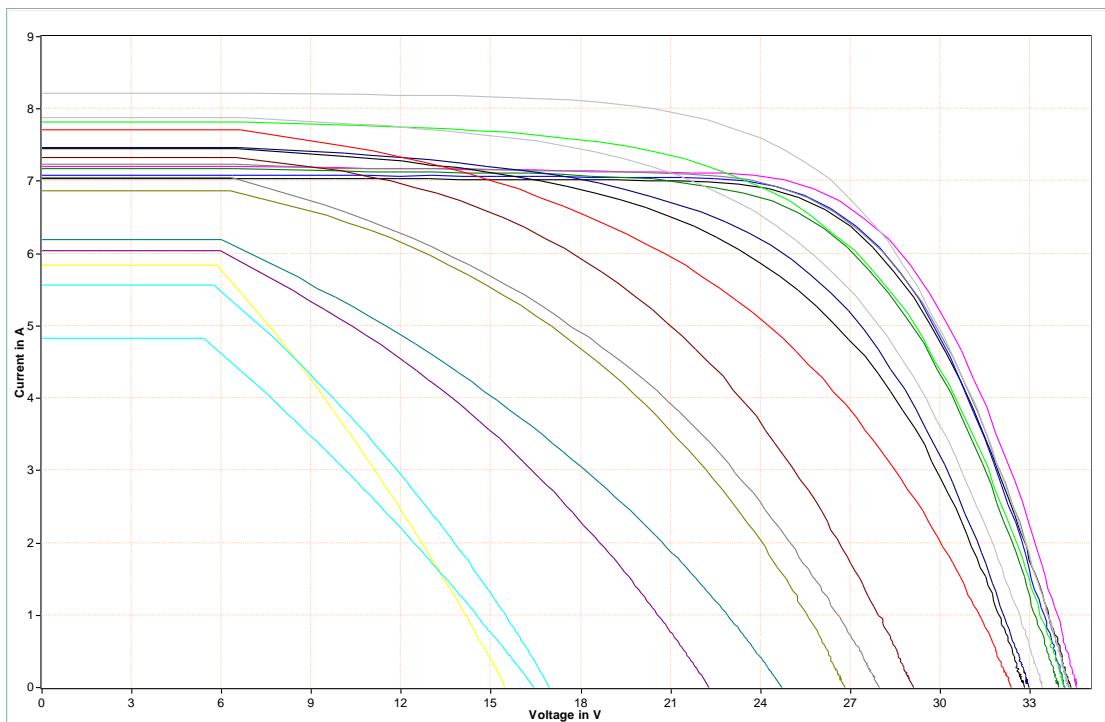
Panel: 2.21
Απόδοση 1: 50,50%

Πιο κάτω παραθέτουμε και συγκριτικά διαγράμματα των καμπυλών των Φ/Β πάνελ ανά συστοιχία. Έτσι μπορούμε να ξεχωρίσουμε ποια πάνελα της συστοιχίας έχουν επηρεαστεί περισσότερο από το φαινόμενο PID και έχουν μειώσει περισσότερο την απόδοσή τους.

String 1



String 2



Στο Παράρτημα 3 παρατίθενται αναλυτικά οι μετρήσεις της εγκατάστασης.

Στο πιο κάτω σχέδιο φαίνεται το κάθε πάνελ, που είναι συνδεδεμένο πάνω στη συστοιχία και την ισχύ την οποία παράγει, ανηγμένη σε STC συνθήκες.

1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.08	1.09	1.10	1.11	1.12	1.13	1.14	1.15	1.16	1.17	1.18	1.19	1.20	1.21
220,2	216	198,4	173,5	154,8	110,5	153,5	173,2	92,6	105,9	66,3	100,5	88,5	108,6	51,7	200,2	45,7	28,5	43,8	96,1	52,3

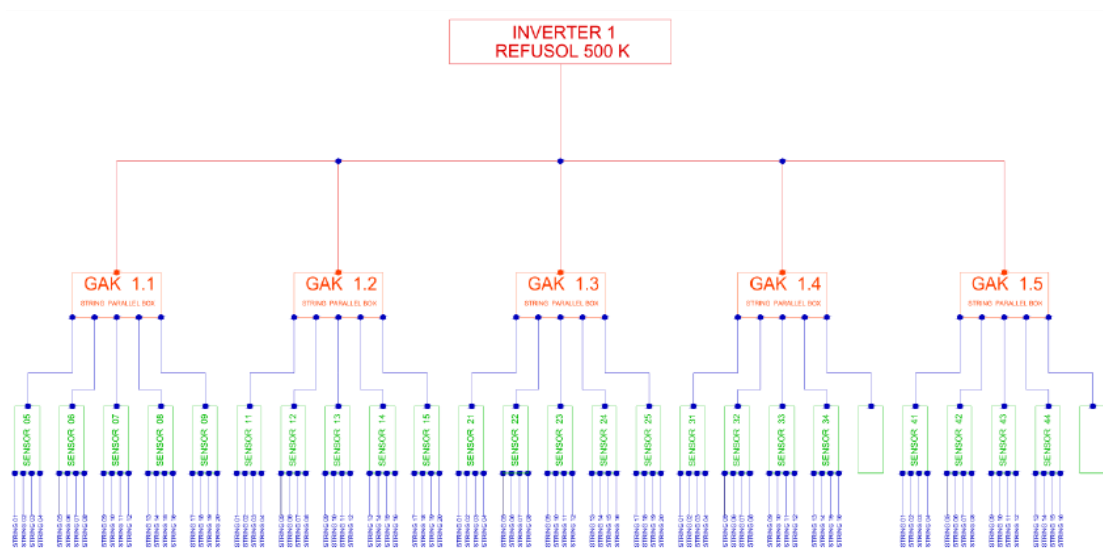
2.01	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.10	2.11	2.12	2.13	2.14	2.15	2.16	2.17	2.18	2.19	2.20	2.21
211,1	213,3	219,7	214,1	204,5	193,3	180	129,1	182	172	102	102,3	61,3	143,3	205,6	70,2	70,3	41,2	43,1	33,8	118,7

Παρατηρούμε και από το σχήμα, ότι αν και όλα τα πανέλα επηρεαστήκαν από το φαινόμενο, τα πρώτα πανέλα και από τις δύο συστοιχίες δεν έχουν επηρεαστεί όσο τα υπόλοιπα της συστοιχίας. Αυτό αποδεικνύει για ακόμα μια φορά ότι το υψηλό αρνητικό δυναμικό ευνοεί περισσότερο την εμφάνιση του φαινομένου PID. Παρατηρούμε επίσης ότι η απόδοση τους, έχει μειωθεί μέχρι και 12%. Αυτό σημαίνει ότι η κατάσταση της εγκατάστασης αυτής είναι μη αναστρέψιμη.

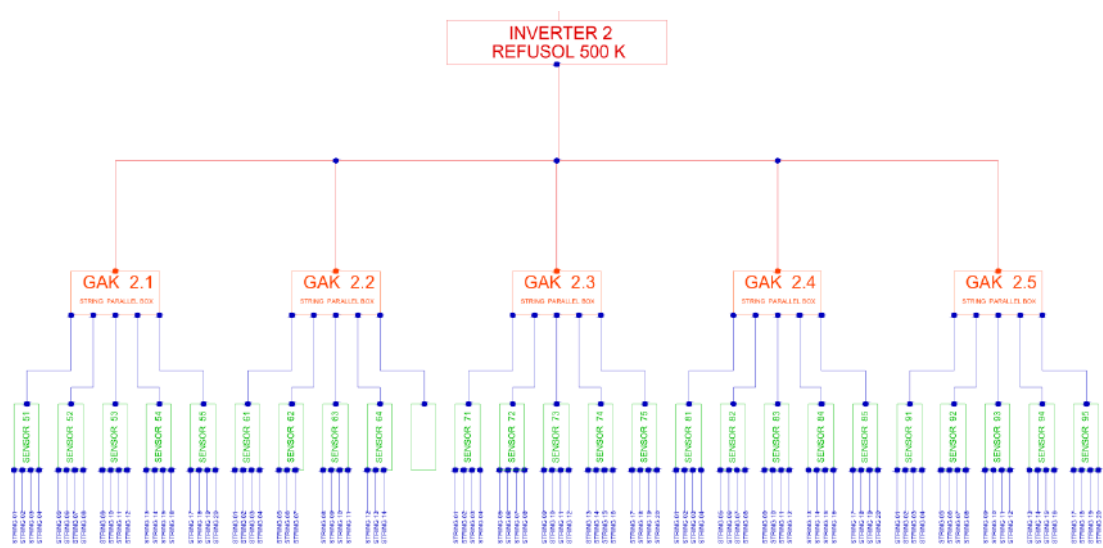
Κεφάλαιο 9: Φωτοβολταϊκή Εγκατάσταση 1,5MW – Αμαλιάδα

Μια τελευταία εγκατάσταση στην οποία έγινε μελέτη του φαινομένου PID, είναι μια εγκατάσταση στην Αμαλιάδα ισχύος 1,5MW. Το φαινόμενο, παρουσιάστηκε σε μερικά σημεία της εγκατάστασης αλλά για πληρότητα της έρευνας, έγιναν μετρήσεις σε όλα τα string. Λόγω του μεγέθους της εγκατάστασης, πιο κάτω ακολουθούν τα διαγράμματα που δείχνουν τις αποδόσεις και τα χαρακτηριστικά των συστοιχιών ανά inverter. Πριν όμως προχωρήσουμε στις μετρήσεις, για μεγαλύτερη ευκολία, παρατίθενται αρχικά τα σχέδια της εγκατάστασης με τους απαραίτητους συμβολισμούς.

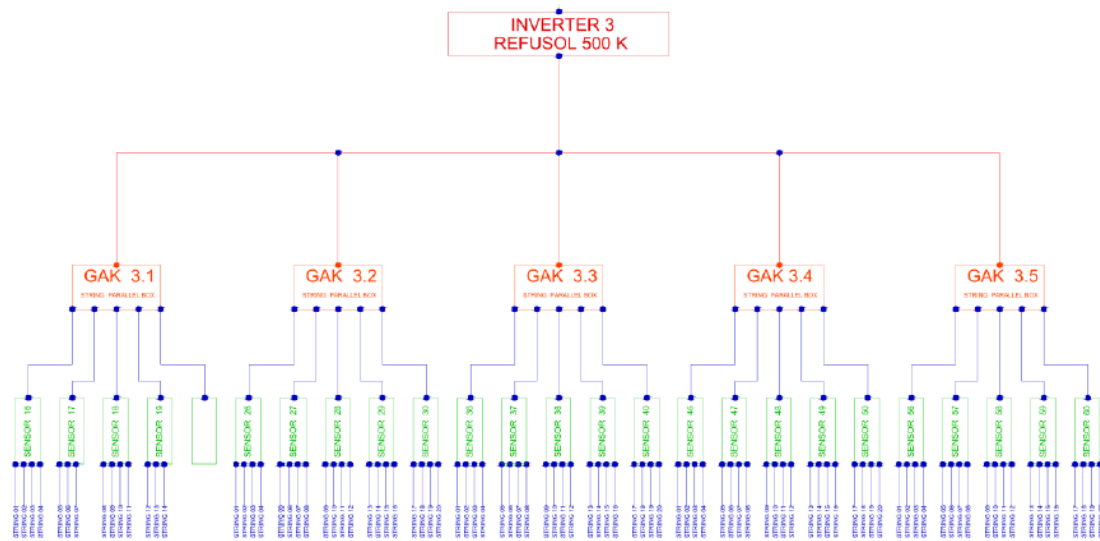
Inverter 1



Inverter 2



Inverter 3



Ακολουθούν οι πίνακες με τις μετρήσεις της εγκατάστασης.

Ο πιο κάτω πίνακας, δείχνει την ισχύ που μετρήθηκε σε κάθε string, όταν τα string ήταν ανοιχτοκυκλωμένα.

GAK	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Min	Max
1.1	5060	5010	5080	5080	4920	5050	5080	5090	5050	2610	5000	4990	5040	5000	5020	4990	5050	5020	5020	5030	2610	5090
1.2	5000	4980	5080	5080	5060	5050	5050	5080	5110	5050	5030	5080	5080	5030	4990	4950	5050	4880	4860	5010	4860	5110
1.3	4970	5040	5030	5030	5020	5000	4970	4940	4850	4930	4960	4990	4870	4840	4940	5020	4800	4910	5020	4830	4800	5040
1.4	5010	4950	4890	4970	4890	4950	4960	4960	4990	4920	4920	5050	5130	5030	5000	5000					4890	5130
1.5	4950	5120	5010	5120	4980	5070	5240	5140	5170	5240	5040	5120	4860	5030	5070	5220					4860	5240
2.1	5130	5090	5060	4990	5040	4500	5050	5040	5050	5020	5070	5100	4810	5090	4950	5010	5160	5040	5070	5070	4500	5160
2.2	5060	5070	5120	5300	5230	5310	5310	5270	5440	5370	5350	5450	5500	5280							5060	5500
2.3	5150	5130	5030	5170	5130	5100	5160	5220	5200	5170	5090	5070	5220	4980	5090	5250	5270	5170	5070	5090	4980	5270
2.4	5100	5110	5120	5070	4990	5020	5040	5070	5050	5090	5060	5290	5080	5170	5190	5100	5000	5040	5130	5140	4990	5290
2.5	5120	5100	5060	5040	4830	5040	5090	5180	5000	4980	5090	4980	5150	5140	5110	5100	5150	5140	5040	5180	4830	5180
3.1	5330	2660	5250	5350	5310	5260	5270	5250	5210	5220	5230	5270	5090	5210							2660	5350
3.2	5820	5570	5150	5230	5260	5230	5230	5220	5220	5220	5150	5150	5080	5120	5110	5070	4970	5080	5040	5080	4970	5820
3.3	5160	5260	5220	5260	5240	5430	5460	5230	5520	5250	5040	5240	5460	5070	5100	5250	5270	5140	5410	5090	5040	5520
3.4	5030	4960	4940	5040	5010	4980	4920	4930	4840	5000	5100	5060	5010	4940	5010	5090	5050	4970	4960	4990	4840	5100
3.5	4990	5050	5040	5130	5020	5030	5030	5000	5020	5030	4500	4830	4950	4810	4850	4330	4980	5030	4970	5030	4330	5130
																					2610	5820

Στη συνέχεια παρατίθενται οι μετρήσεις της ισχύος των συστοιχιών, σε κατάσταση λειτουργίας των συστοιχιών.

GAK	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Min	Max
1.1	5220	4890	4980	5050	4960	5080	4920	5220	5020	4980	4980	4930	5020	4970	5290	5290	5030	4930	5060	5060	4890	5290
1.2	4730	4710	5050	5080	5030	5030	4610	5100	5250	5130	5050	5050	5090	4740	4850	5030	5130	4940	4860	4970	4610	5250
1.3	4910	5030	5030	4900	5190	5010	4850	4810	4720	4900	4920	4910	4870	4820	5040	4890	4780	4830	4990	4700	4700	5190
1.4	4990	4700	4890	4950	4900	4860	4980	4940	4960	4770	4820	4780	5090	5000	5080	4890					4700	5090
1.5	4840	5120	4670	5080	5090	4830	5160	5050	5140	5110	4980	5140	4750	4960	4950	5120					4670	5160
2.1	5060	4980	5020	4940	5080	4220	5200	5290	4730	5000	5370	5080	4760	5040	4910	4950	5150	5090	5390	5060	4220	5390
2.2	5030	4970	5010	5170	5130	5210	5180	5440	5580	5310	5450	5710	5710	5210							4970	5710
2.3	5190	5100	5030	5190	5240	5220	5130	5270	5230	5240	5130	5080	5260	4920	4620	5300	5330	5280	5130	5230	4620	5330
2.4	5000	4930	5390	4980	4990	4960	5080	4900	5040	5180	5230	5250	5040	5100	5220	5040	4890	4830	5100	4860	4830	5390
2.5	4940	5200	5070	5000	4720	4880	5000	4990	5010	4790	5030	4970	5090	4980	5020	4870	5340	5140	5050	5190	4720	5340
3.1	5170	5240	5130	5300	5210	5320	5170	5220	5180	5160	5130	5770	5130	5330							5130	5770
3.2	5920	5600	5090	5170	5250	5340	5130	5150	5200	5190	5090	5150	5240	5100	5050	5150	4990	5010	4970	5040	4970	5920
3.3	5120	5390	4830	5060	5140	5300	5440	5250	5420	5190	4660	4970	5020	4930	5030	5070	5190	5160	5660	5100	4660	5660
3.4	4820	4500	4860	5040	5040	4860	5010	4770	4910	4990	4830	4870	4970	4920	5030	5040	5040	4950	4950	4860	4500	5040
3.5	4780	4450	4970	4900	4960	4900	4960	4890	4020	4260	4780	4470	4880	4610	4820	4990	4890	4970	4930	4950	4020	4990
																					4020	5920

Ακολουθούν οι πίνακες που δείχνουν την απόκλιση της απόδοσης των συστοιχιών, από την ονομαστική, αρχικά σε κατάσταση ανοιχτοκύκλωσης και μετά σε κατάσταση λειτουργίας.

Κατάσταση Ανοιχτοκύκλωσης

GAK	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Min	Max
1.1	3.16%	2.40%	1.97%	0.59%	0.81%	0.59%	3.15%	2.55%	0.59%	90.80%	0.40%	1.20%	0.40%	0.60%	5.38%	6.01%	0.40%	1.79%	0.80%	0.60%	0.40%	90.80%
1.2	5.40%	5.42%	0.59%	0.00%	0.59%	0.40%	8.71%	0.39%	2.74%	1.58%	0.40%	0.59%	0.20%	5.77%	2.81%	1.62%	1.58%	1.23%	0.00%	0.80%	0.00%	8.71%
1.3	1.21%	0.20%	0.00%	2.58%	3.39%	0.20%	2.41%	2.63%	2.68%	0.61%	0.81%	1.60%	0.00%	0.41%	2.02%	2.59%	0.42%	1.63%	0.60%	2.69%	0.00%	3.39%
1.4	0.40%	5.05%	0.00%	0.40%	0.20%	1.82%	0.40%	0.40%	0.60%	3.05%	2.03%	5.35%	0.78%	0.60%	1.60%	2.20%					0.00%	5.35%
1.5	2.22%	0.00%	6.79%	0.78%	2.21%	4.73%	1.53%	1.75%	0.58%	2.48%	1.19%	0.39%	2.26%	1.39%	2.37%	1.92%					0.00%	6.79%
2.1	1.36%	2.16%	0.79%	1.00%	0.79%	6.22%	2.97%	4.96%	6.34%	0.40%	5.92%	0.39%	1.04%	0.98%	0.81%	1.20%	0.19%	0.99%	6.31%	0.20%	0.19%	6.34%
2.2	0.59%	1.97%	2.15%	2.45%	1.91%	1.88%	2.45%	3.23%	2.57%	1.12%	1.87%	4.77%	3.82%	1.33%							0.59%	4.77%
2.3	0.78%	0.58%	0.00%	0.39%	2.14%	2.35%	0.58%	0.96%	0.58%	1.35%	0.79%	0.20%	0.77%	1.20%	9.23%	0.95%	1.14%	2.13%	1.18%	2.75%	0.00%	9.23%
2.4	1.96%	3.52%	5.27%	1.78%	0.00%	1.20%	0.79%	3.35%	0.20%	1.77%	3.36%	0.76%	0.79%	1.35%	0.58%	1.18%	2.20%	4.17%	0.58%	5.45%	0.00%	5.45%
2.5	3.52%	1.96%	0.20%	0.79%	2.28%	3.17%	1.77%	3.67%	0.20%	3.82%	1.18%	0.20%	1.17%	3.11%	1.76%	4.51%	3.69%	0.00%	0.20%	0.19%	0.00%	4.51%
3.1	3.00%	96.99%	2.29%	0.93%	1.88%	1.14%	1.90%	0.57%	0.58%	1.15%	1.91%	9.49%	0.79%	2.30%							0.57%	96.99%
3.2	1.72%	0.54%	1.17%	1.15%	0.19%	2.10%	1.91%	1.34%	0.38%	0.57%	1.17%	0.00%	3.15%	0.39%	1.17%	1.58%	0.40%	1.38%	1.39%	0.79%	0.00%	3.15%
3.3	0.78%	2.47%	7.47%	3.80%	1.91%	2.39%	0.37%	0.38%	1.81%	1.14%	7.54%	5.15%	8.06%	2.76%	1.37%	3.43%	1.52%	0.39%	4.62%	0.20%	0.20%	8.06%
3.4	4.17%	9.27%	1.62%	0.00%	0.60%	2.41%	1.83%	3.25%	1.45%	0.20%	5.29%	3.75%	0.80%	0.40%	0.40%	0.98%	0.20%	0.40%	0.20%	2.61%	0.00%	9.27%
3.5	4.21%	11.88%	1.39%	4.48%	1.20%	2.58%	1.39%	2.20%	19.92%	15.31%	6.22%	7.45%	1.41%	4.16%	0.62%	15.24%	1.81%	1.19%	0.80%	1.59%	0.62%	19.92%
																					0.00%	96.99%

Κατάσταση Λειτουργίας

GAK	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Min	Max
1.1	3.07%	2.45%	2.01%	0.59%	0.81%	0.59%	3.25%	2.49%	0.60%	47.59%	0.40%	1.22%	0.40%	0.60%	5.10%	5.67%	0.40%	1.83%	0.79%	0.59%	0.40%	47.59%
1.2	5.71%	5.73%	0.59%	0.00%	0.60%	0.40%	9.54%	0.39%	2.67%	1.56%	0.40%	0.59%	0.20%	6.12%	2.89%	1.59%	1.56%	1.21%	0.00%	0.80%	0.00%	9.54%
1.3	1.22%	0.20%	0.00%	2.65%	3.28%	0.20%	2.47%	2.70%	2.75%	0.61%	0.81%	1.63%	0.00%	0.41%	1.98%	2.66%	0.42%	1.66%	0.60%	2.77%	0.00%	3.28%
1.4	0.40%	5.32%	0.00%	0.40%	0.20%	1.85%	0.40%	0.40%	0.60%	3.14%	2.07%	5.65%	0.79%	0.60%	1.57%	2.25%					0.00%	5.65%
1.5	2.27%	0.00%	7.28%	0.79%	2.16%	4.97%	1.55%	1.78%	0.58%	2.54%	1.20%	0.39%	2.32%	1.41%	2.42%	1.95%					0.00%	7.28%
2.1	1.38%	2.21%	0.80%	1.01%	0.79%	6.64%	2.88%	4.73%	6.77%	0.40%	5.59%	0.39%	1.05%	0.99%	0.81%	1.21%	0.19%	0.98%	5.94%	0.20%	0.19%	6.77%
2.2	0.60%	2.01%	2.20%	2.51%	1.95%	1.92%	2.51%	3.13%	2.51%	1.13%	1.83%	4.55%	3.68%	1.34%							0.60%	4.55%
2.3	0.77%	0.59%	0.00%	0.39%	2.10%	2.30%	0.58%	0.95%	0.57%	1.34%	0.78%	0.20%	0.76%	1.22%	10.17%	0.94%	1.13%	2.08%	1.17%	2.68%	0.00%	10.17%
2.4	2.00%	3.65%	5.01%	1.81%	0.00%	1.21%	0.79%	3.47%	0.20%	1.74%	3.25%	0.76%	0.79%	1.37%	0.57%	1.19%	2.25%	4.35%	0.59%	5.76%	0.00%	5.76%
2.5	3.64%	1.92%	0.20%	0.80%	2.33%	3.28%	1.80%	3.81%	0.20%	3.97%	1.19%	0.20%	1.18%	3.21%	1.79%	4.72%	3.56%	0.00%	0.20%	0.19%	0.00%	4.72%
3.1	3.09%	49.24%	2.34%	0.94%	1.92%	1.13%	1.93%	0.57%	0.58%	1.16%	1.95%	8.67%	0.78%	2.25%							0.57%	49.24%
3.2	1.69%	0.54%	1.18%	1.16%	0.19%	2.06%	1.95%	1.36%	0.38%	0.58%	1.18%	0.00%	3.05%	0.39%	1.19%	1.55%	0.40%	1.40%	1.41%	0.79%	0.00%	3.05%
3.3	0.78%	2.41%	8.07%	3.95%	1.95%	2.45%	0.37%	0.38%	1.85%	1.16%	8.15%	5.43%	8.76%	2.84%	1.39%	3.55%	1.54%	0.39%	4.42%	0.20%	0.20%	8.76%
3.4	4.36%	10.22%	1.65%	0.00%	0.60%	2.47%	1.80%	3.35%	1.43%	0.20%	5.59%	3.90%	0.80%	0.41%	0.40%	0.99%	0.20%	0.40%	0.20%	2.67%	0.00%	10.22%
3.5	4.39%	13.48%	1.41%	4.69%	1.21%	2.65%	1.41%	2.25%	24.88%	18.08%	5.86%	8.05%	1.43%	4.34%	0.62%	13.23%	1.84%	1.21%	0.81%	1.62%	0.62%	24.88%
																					0.00%	49.24%

Στη συνέχεια, μετρήθηκε η ισχύς από τα πάνελα από μερικές συστοιχίες. Στον πιο κάτω πίνακα φαίνονται οι μετρήσεις της ισχύος του κάθε πάνελου καθώς επίσης και η ποσοστιαία απόδοση τους. Επιπλέον, παρατίθενται τα διαγράμματα που δίνουν την απόδοση των πλασιών του κάθε string που μετρήθηκε.

Μετρήσεις πάνελ

ID	GAK	STRING	P_nom	AVERAGE	Dev%	Sp-nom	S-P-meas	Ps-open	(S-P)-Ps dev%	MAX	MIN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1.1.6	1.1	6	245	239.41	-2.28%	5390	5267	5050	4.12%	247	224	233	237	239	238	239	240	241	241	242	242	242	247	246	246	245	243	241	224	236	236	230	239
1.1.8	1.1	8	245	240.55	-1.82%	5390	5292	5090	3.82%	248	225	240	242	243	239	238	242	243	244	243	242	243	248	247	248	243	242	242	231	232	225	237	238
1.4.9	1.4	9	245	230.55	-5.90%	5390	5072	4990	1.62%	240	199	234	239	232	234	236	235	232	236	235	237	240	237	235	231	230	228	231	227	230	222	212	199
1.4.16	1.4	16	245	223.27	-8.87%	5390	4912	5000	-1.79%	239	147	226	226	230	229	228	228	229	229	231	230	229	233	233	239	231	229	228	232	222	147	208	195
1.5.13	1.5	13	245	228.45	-6.75%	5390	5026	4860	3.30%	244	141	236	240	243	241	236	239	241	238	238	244	241	240	241	240	237	229	220	217	141	210	217	197
2.1.4	2.1	4	245	224.50	-8.37%	5390	4939	4990	-1.03%	235	152	226	231	231	152	230	233	235	231	233	233	235	228	231	227	225	226	222	230	220	216	218	226
2.1.6	2.1	6	245	207.77	-15.19%	5390	4571	4500	1.55%	231	146	227	226	229	228	230	231	227	230	224	221	230	199	217	191	199	210	155	200	158	198	195	146
2.1.20	2.1	20	245	227.32	-7.22%	5390	5001	5070	-1.38%	233	205	230	230	232	232	233	232	233	231	231	230	231	226	230	228	227	226	225	224	222	224	219	205
2.4.12	2.4	12	245	230.45	-5.94%	5390	5070	5290	-4.34%	240	211	233	239	237	238	234	235	234	233	237	240	235	232	233	232	233	225	226	217	227	217	222	211
2.5.8	2.5	8	245	235.18	-4.01%	5390	5174	5180	-0.12%	243	203	237	236	239	238	239	237	237	238	238	241	242	242	242	243	239	233	227	238	223	235	227	203
3.3.1	3.3	1	245	241.23	-1.54%	5390	5307	5160	2.77%	252	215	244	242	241	248	248	246	244	248	242	242	215	245	244	252	241	248	239	230	240	244	222	242
3.4.6	3.4	6	245	228.14	-6.88%	5390	5019	4980	0.78%	235	214	226	230	232	231	234	230	230	231	232	234	235	229	228	231	228	227	228	226	220	226	214	217
3.4.11	3.4	11	245	231.77	-5.40%	5390	5099	5100	-0.02%	243	212	231	237	243	241	241	234	236	235	238	239	240	232	233	233	230	229	228	226	230	218	212	213
3.4.20	3.4	20	245	226.95	-7.37%	5390	4993	4990	0.06%	232	208	229	231	228	226	224	228	227	226	228	227	229	231	229	232	229	231	230	227	223	227	223	208
3.5.20	3.5	4	245	233.64	-4.64%	5390	5140	5030	2.14%	246	228	229	228	231	230	231	230	231	233	236	234	235	238	240	238	239	246	231	235	231	232	231	231

Average	245	229.95	-6.14%
			-6.14%

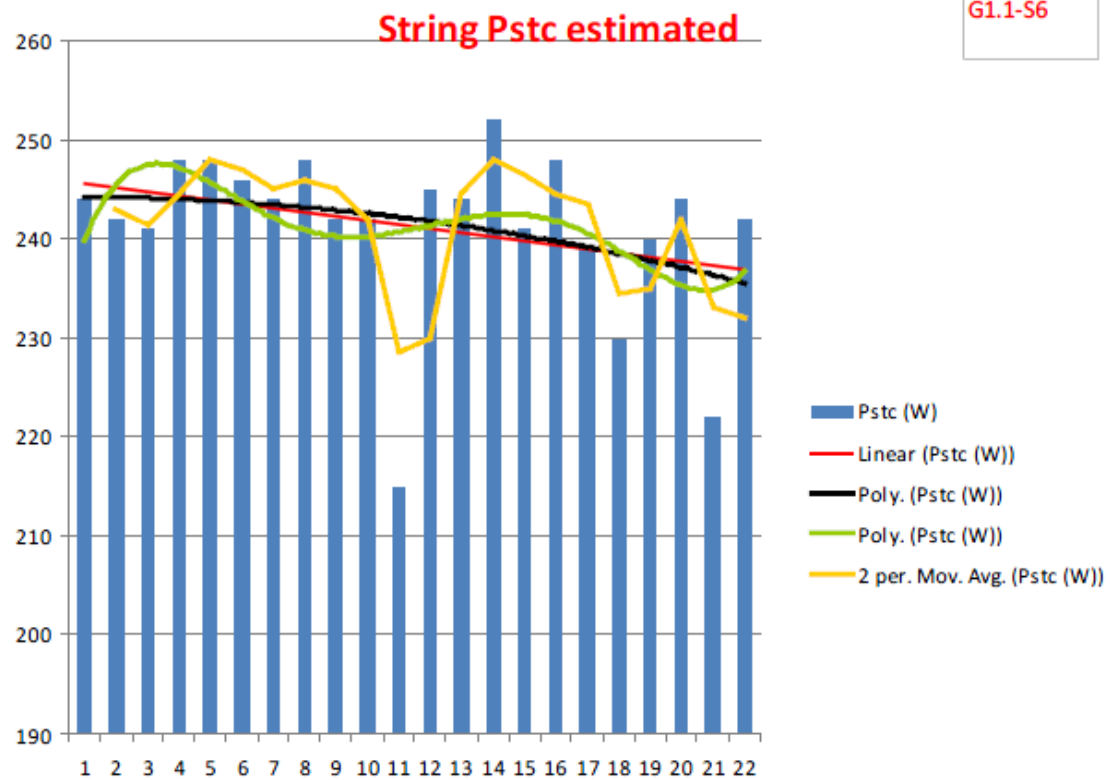
Average	0.77%
min	-4.34%
max	4.12%

Όπου: Sp_nom: Η ονομαστική ισχύς του string

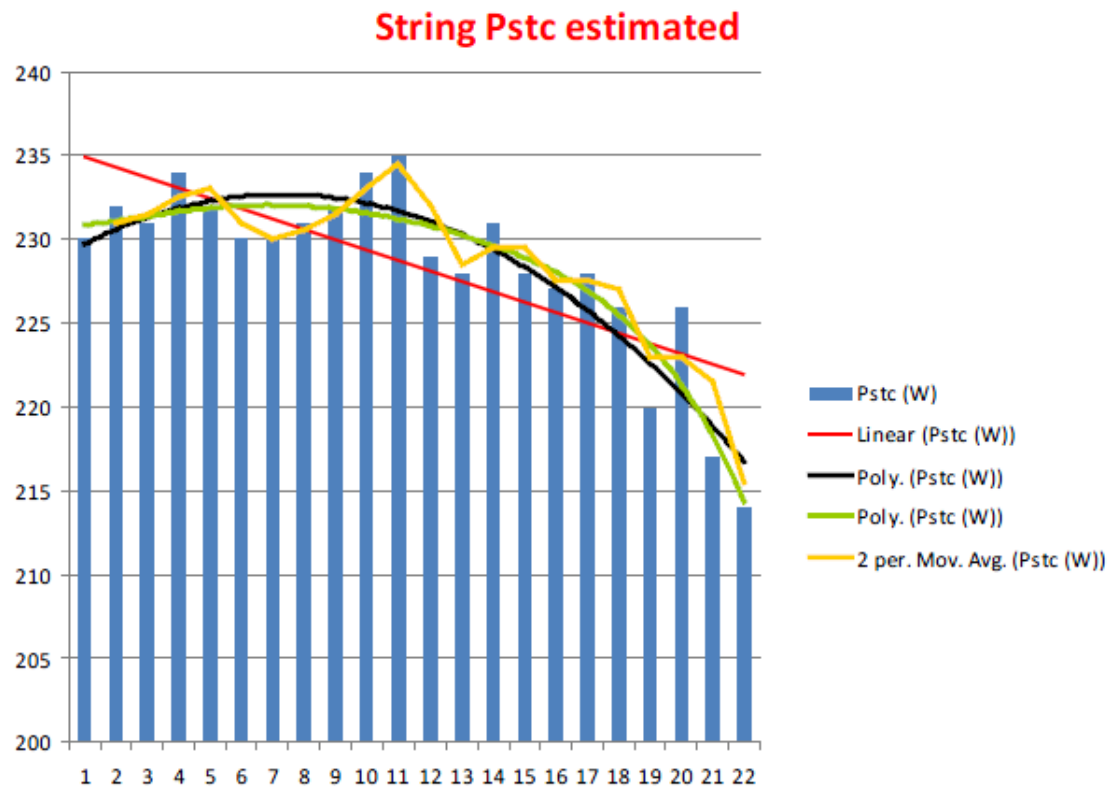
S-P-meas: Η ισχύς που μετρήθηκε σε κάθε string

Ps-open: Η ισχύς όταν το string δεν είναι συνδεδεμένο

String 1.1.6



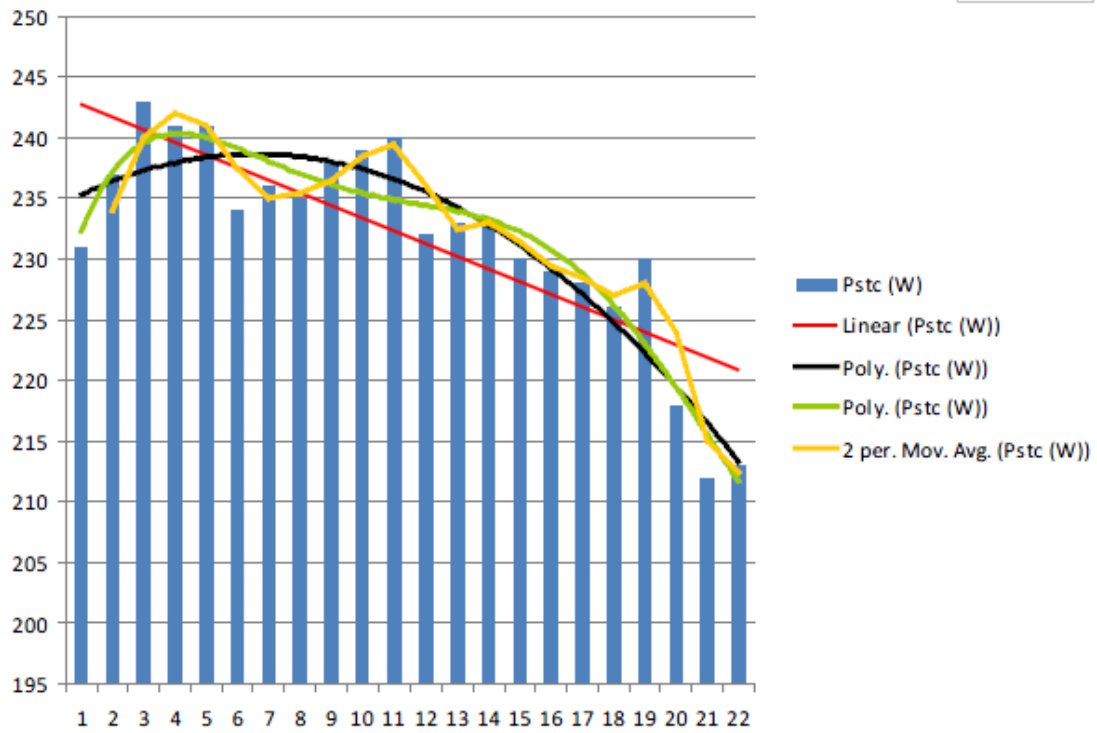
String 1.1.8



String 1.4.9

String Pstc estimated

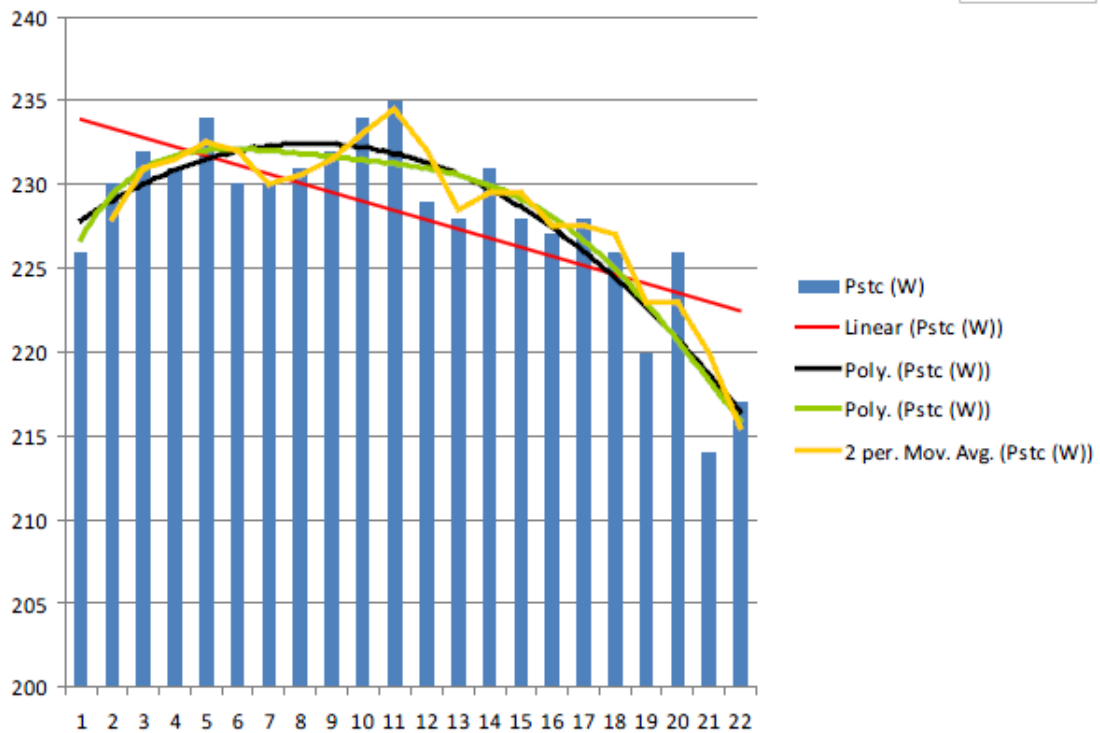
G1.4-S9



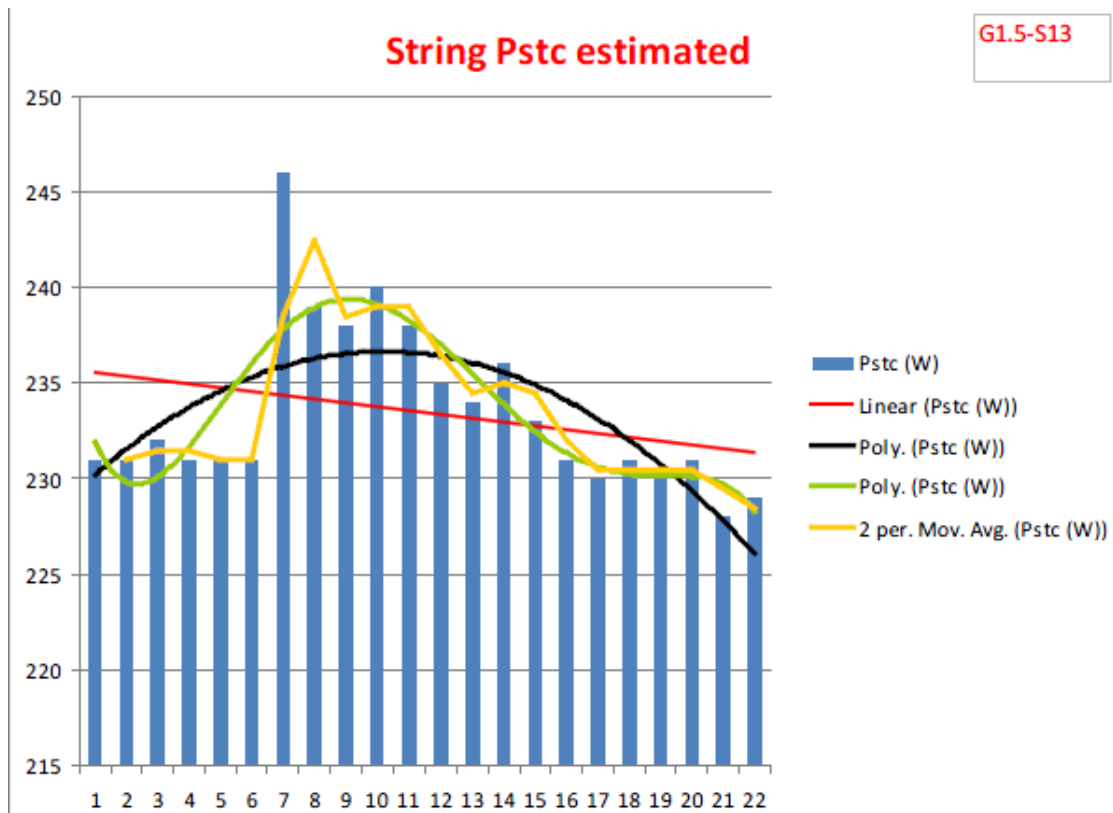
String 1.4.16

String Pstc estimated

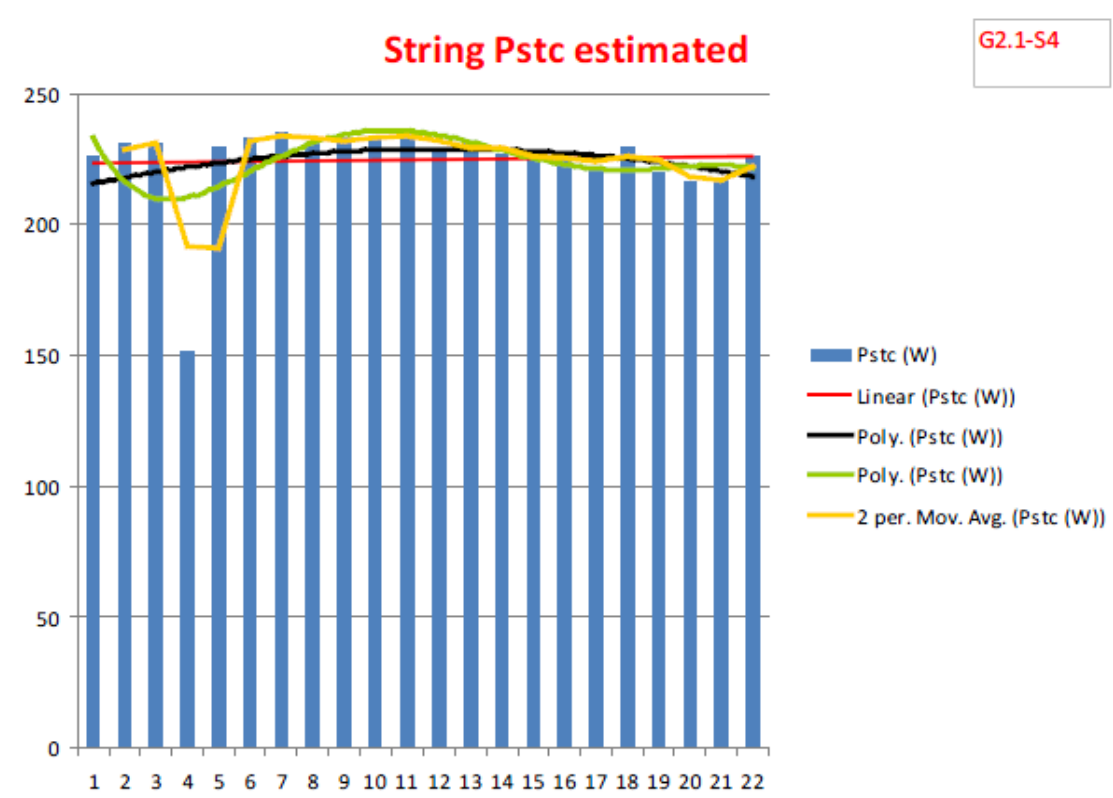
G1.4-S16



String 1.5.13



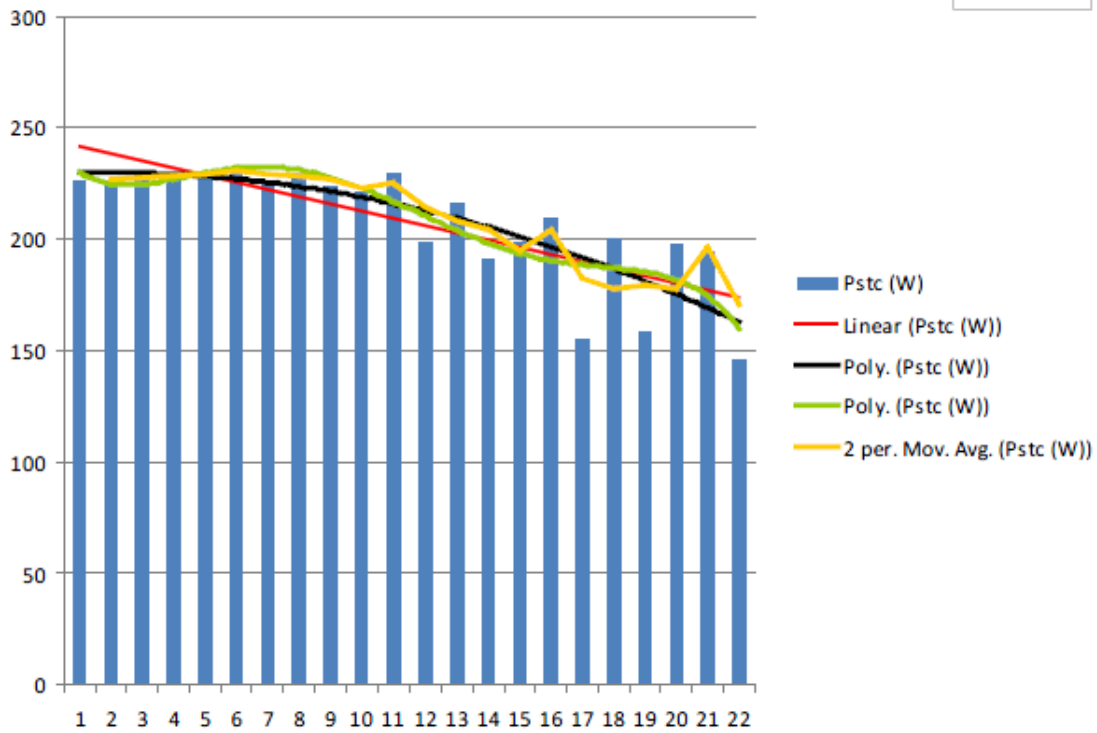
String 2.1.4



String 2.1.6

String Pstc estimated

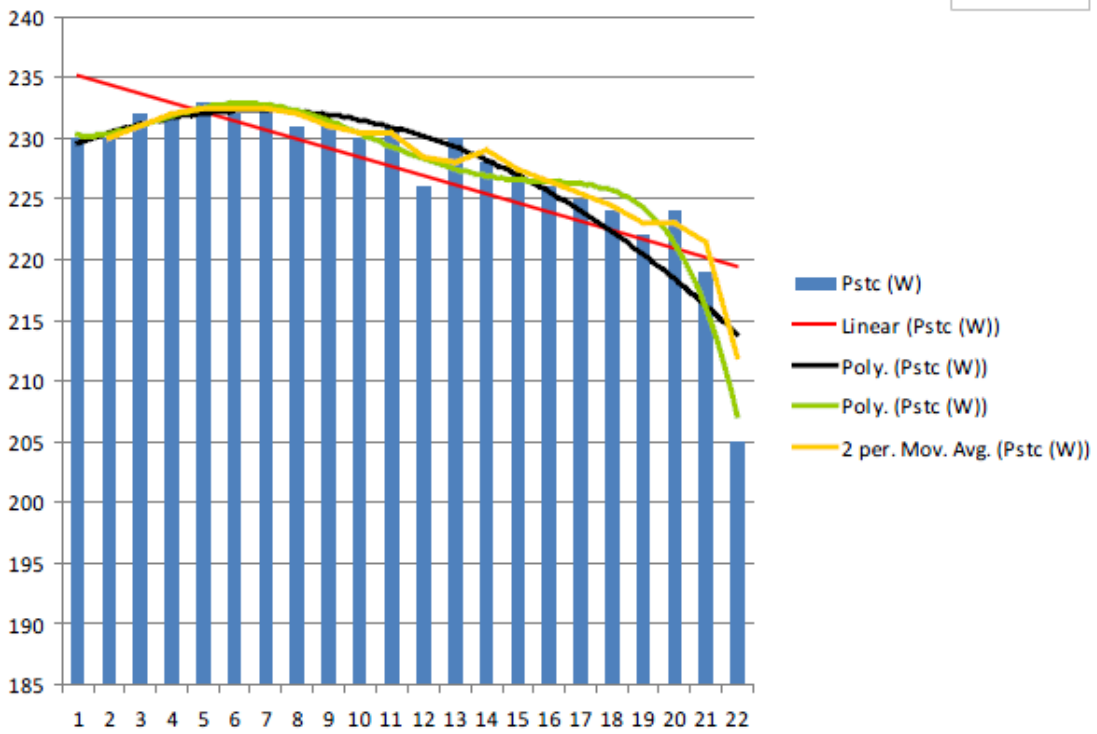
G2.1-S6



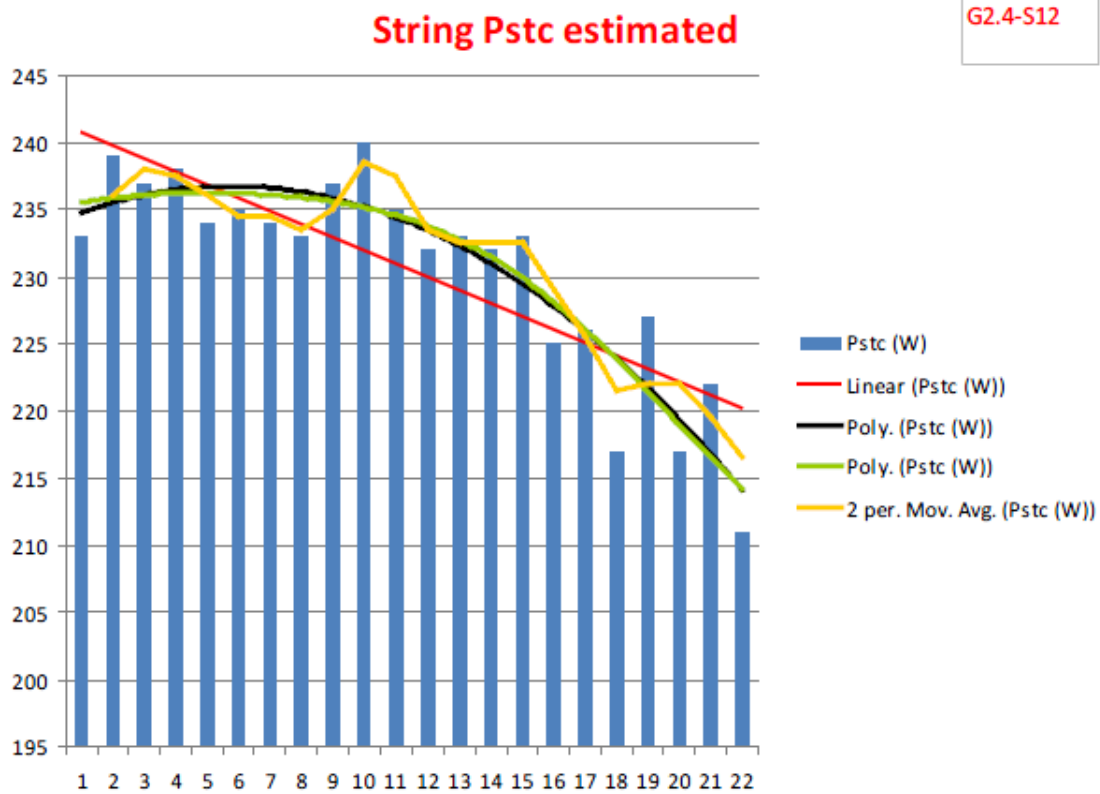
String 2.1.20

String Pstc estimated

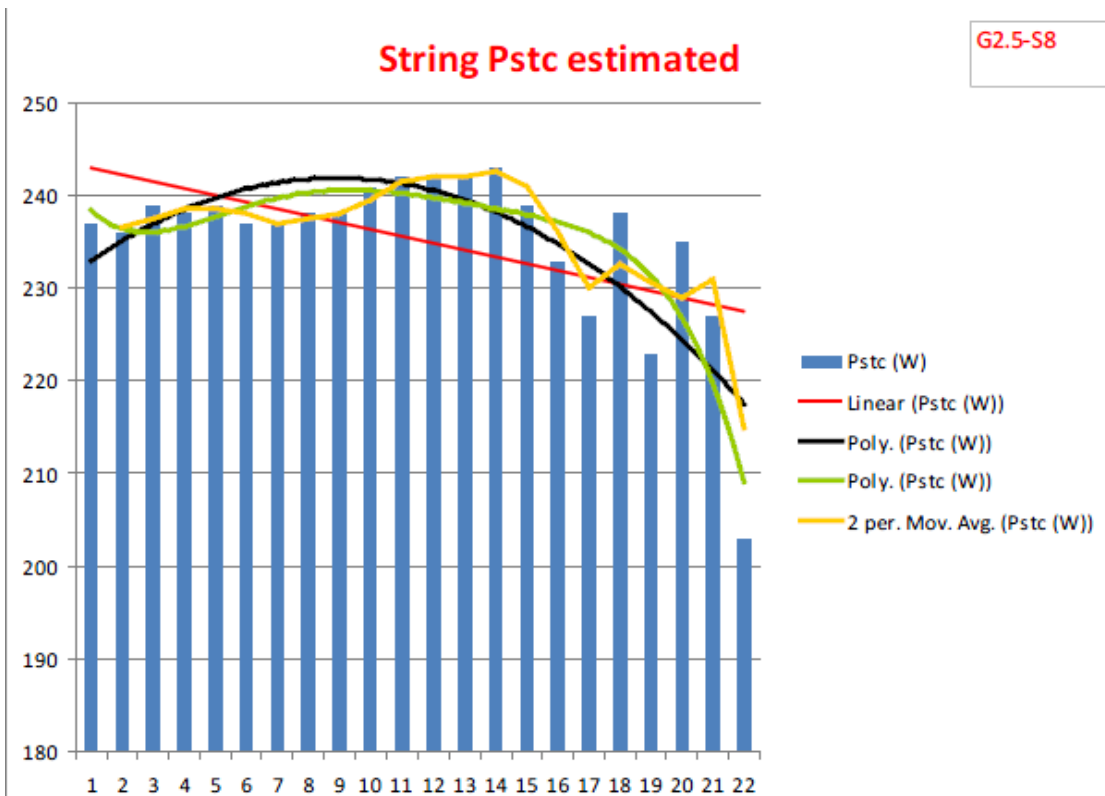
G2.1-S20



String 2.4.12



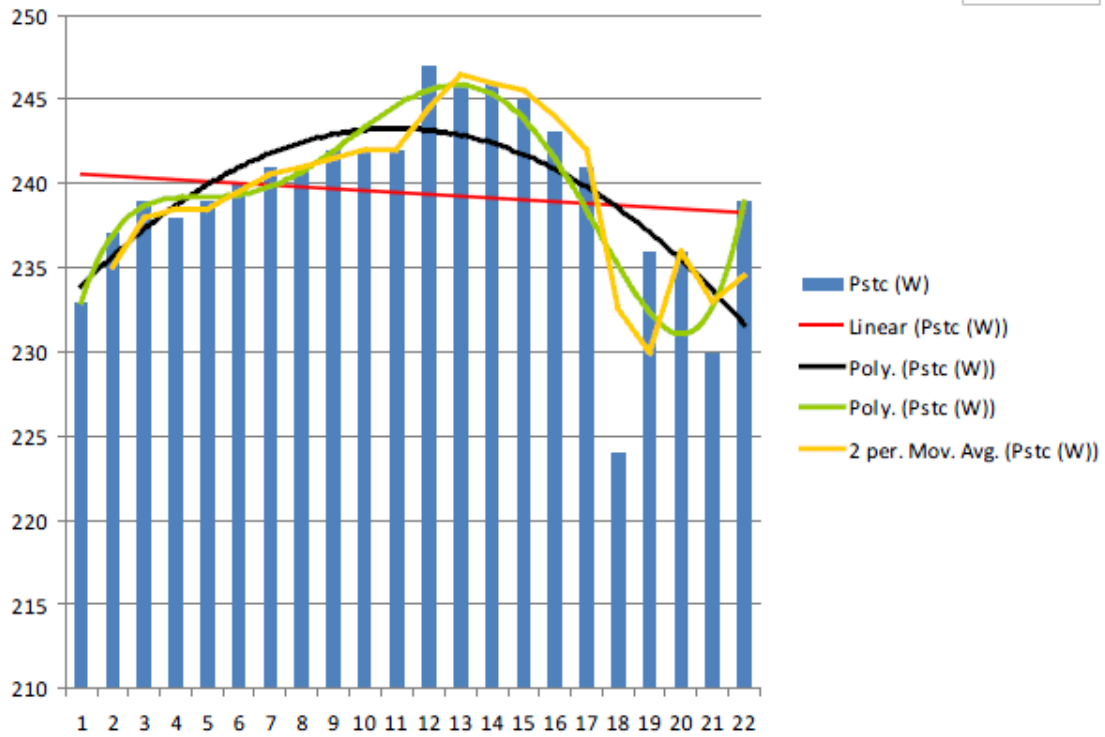
String 2.5.8



String 3.3.1

String Pstc estimated

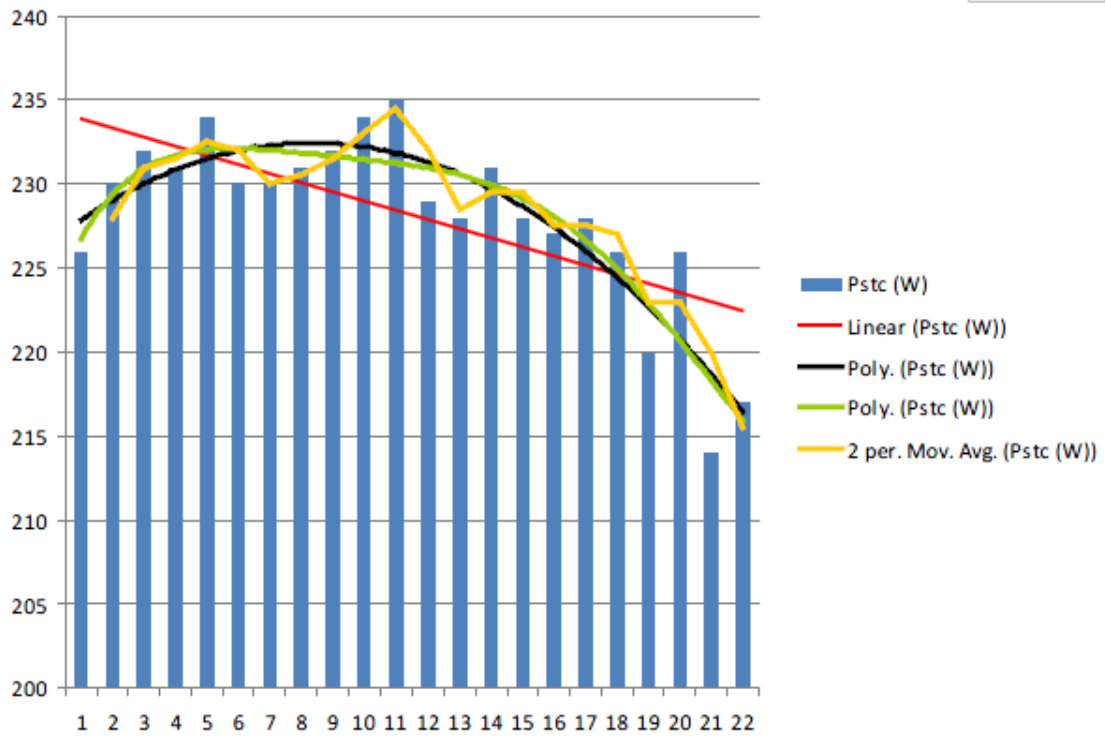
G3.3-S1



String 3.4.6

String Pstc estimated

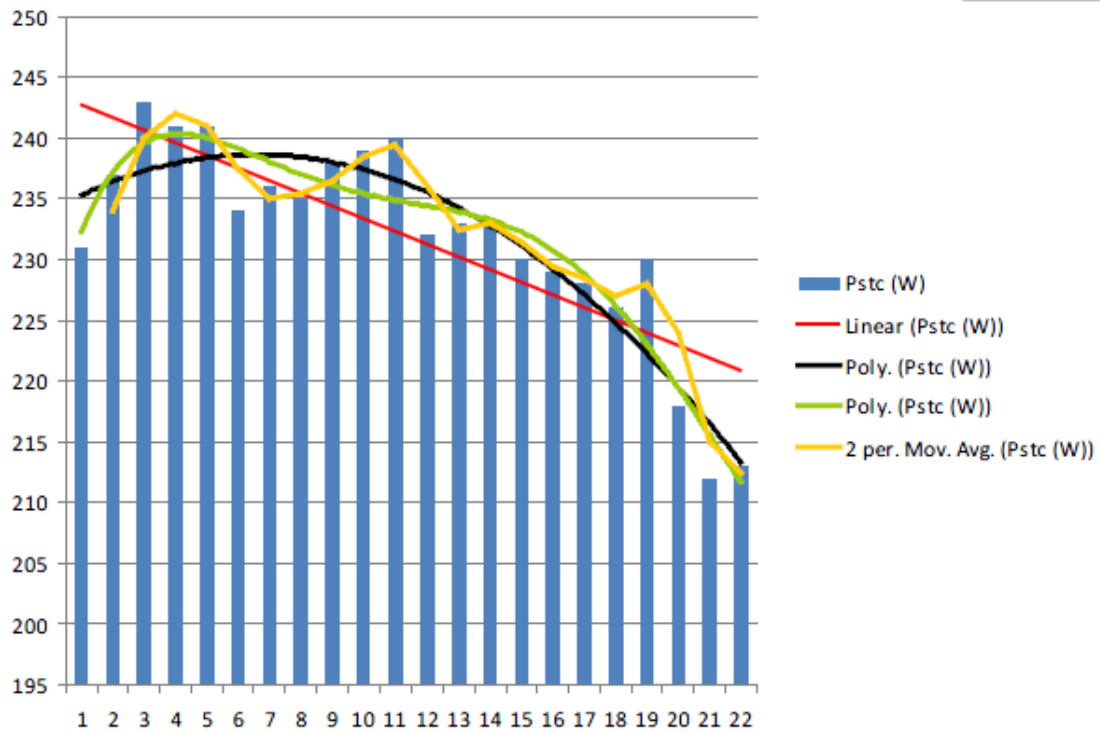
G3.4-S6



String 3.4.11

String Pstc estimated

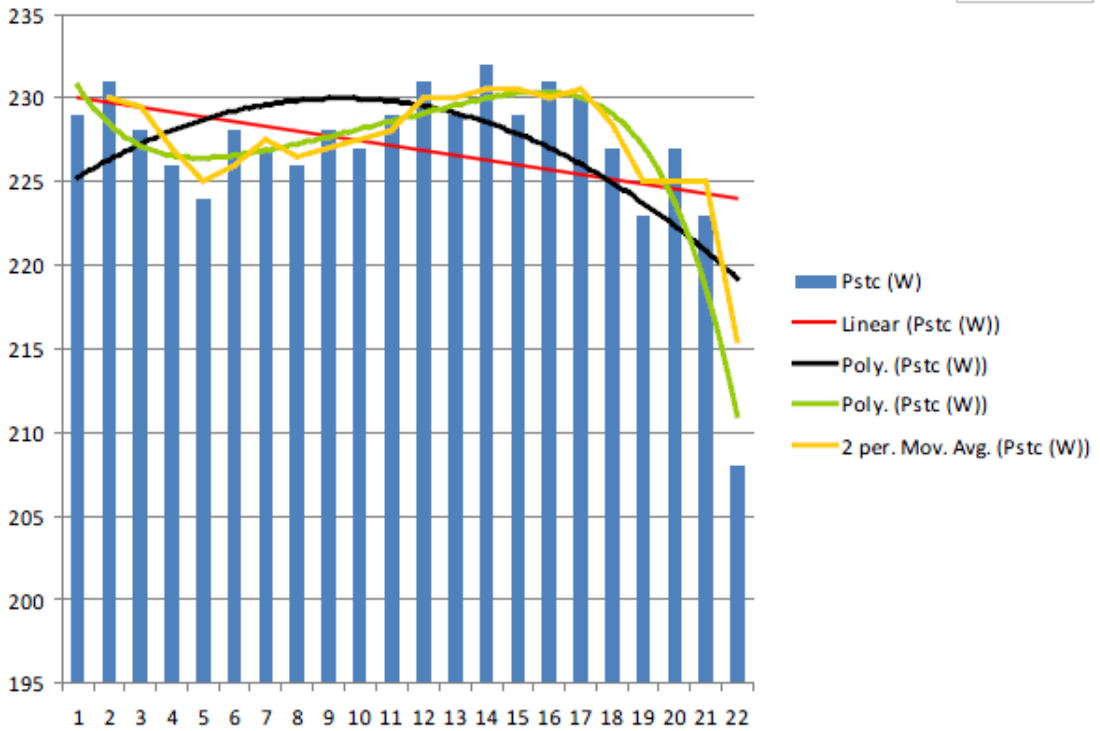
G3.4-S11



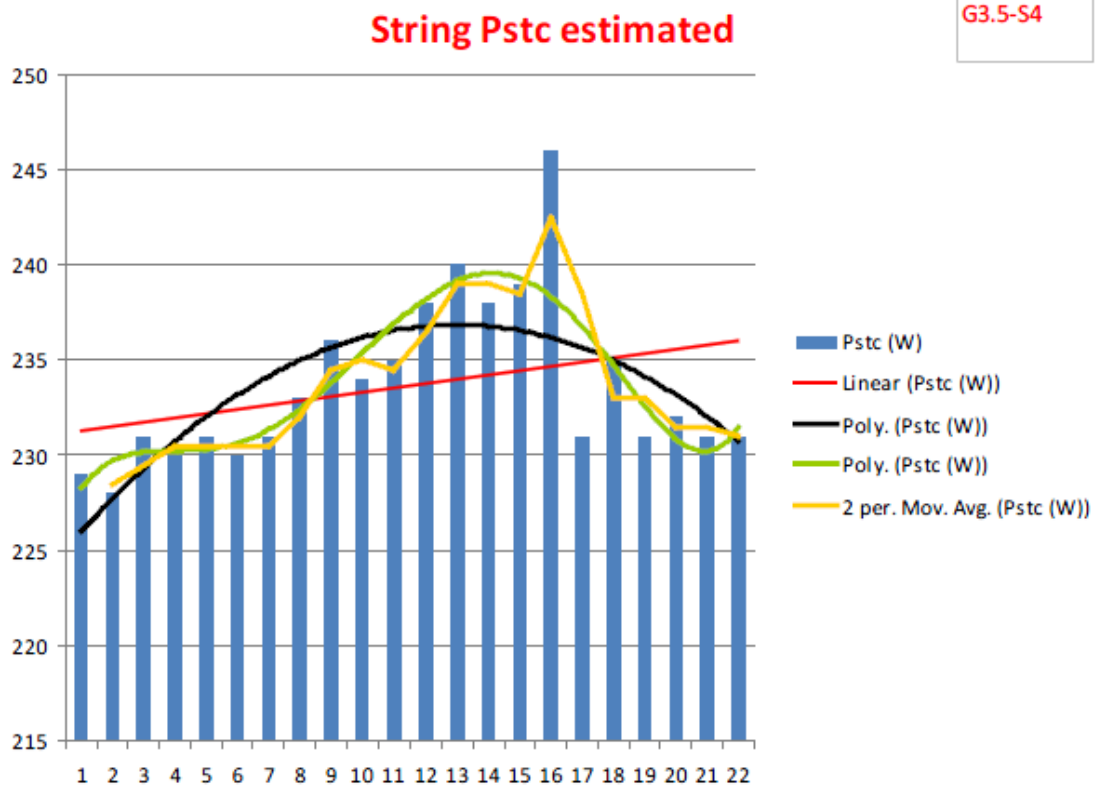
String 3.4.20

String Pstc estimated

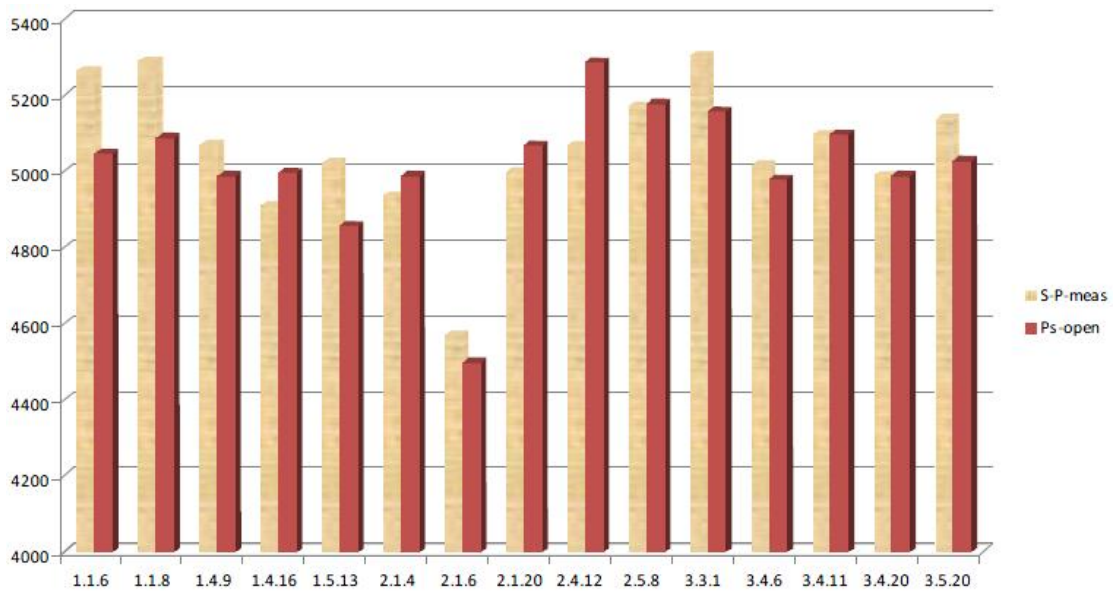
G3.4-S20

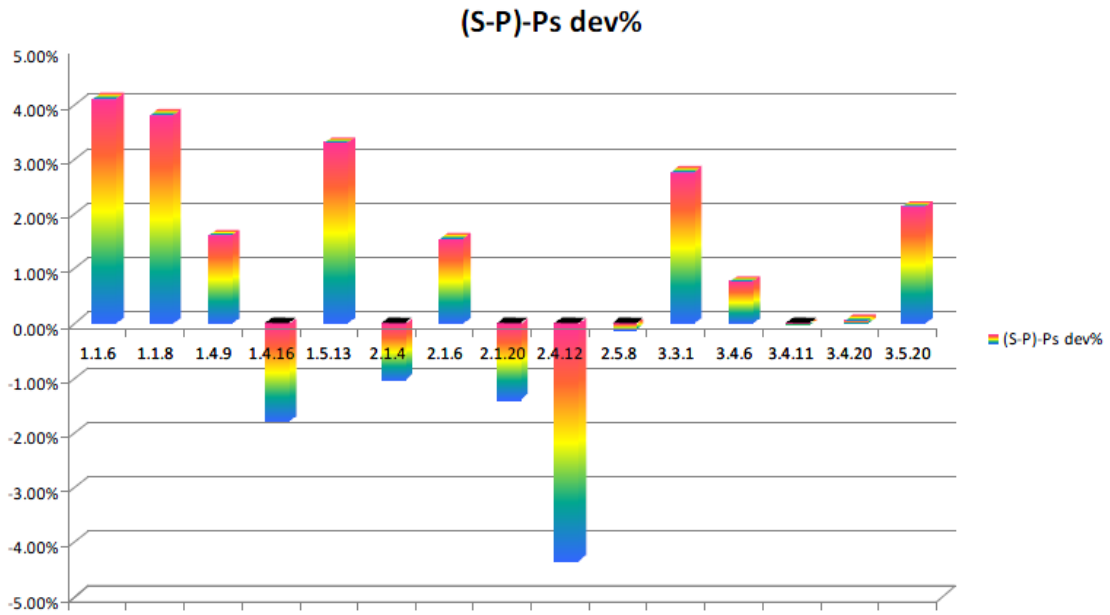


String 3.5.4

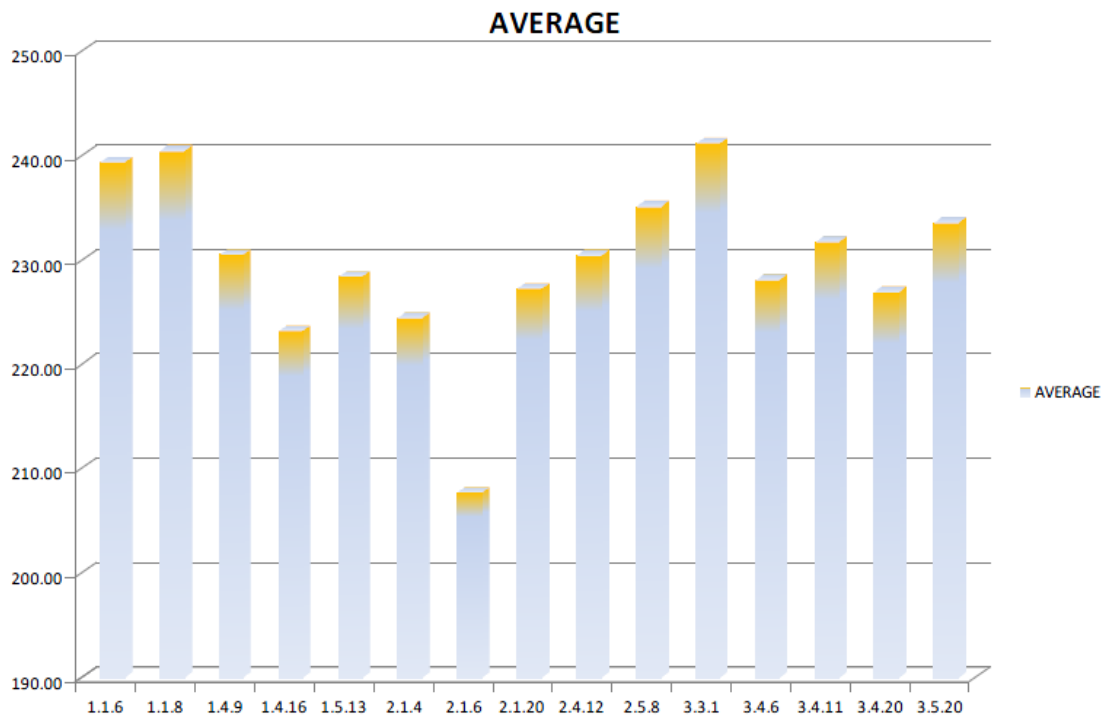


Όπως φαίνεται και από τις μετρήσεις, η μετρηθείσα ισχύς εν ώρα λειτουργίας και σε κατάσταση ανοιχτού κυκλώματος, η απόδοση είναι διαφορετική. Στο πιο κάτω διάγραμμα φαίνονται συγκριτικά οι τιμές των δύο αυτών μετρήσεων για τα string που μετρήθηκαν καθώς επίσης και η ποσοστιαία τιμή της διαφοράς τους.

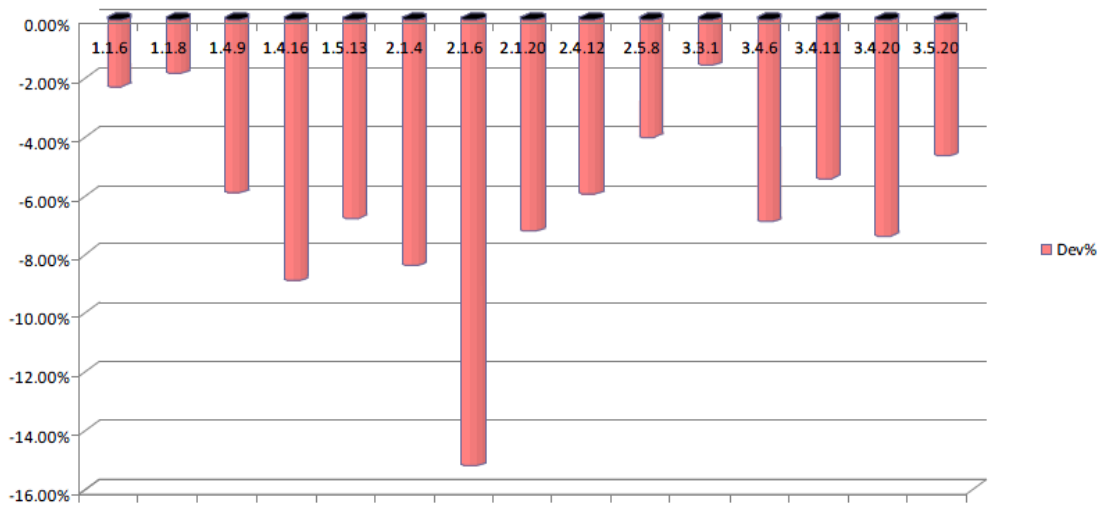




Πιο κάτω φαίνεται η μέση τιμή της ισχύος του κάθε string και η ποσοστιαία απόκλιση της τιμής αυτής.



Dev%



Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε τις ίδιες μετρήσεις, με κάποιους επιπλέον υπολογισμούς, οι οποίοι θα παρασταθούν και γραφικά πιο κάτω (σε κατάσταση μη συνδεδεμένων συστοιχιών).

GAK	S_Pnom	G_Pnom	AVER	Dev%	MAX	MIN	Ptotal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1.1	5390	107,800	4910	-8.91%	5090	2610	98,190	5060	5010	5080	5080	4920	5050	5080	5090	5050	2610	5000	4990	5040	5000	5020	4990	5050	5020	5020	5030	
1.2	5390	107,800	5025	-6.77%	5110	4860	100,500	5000	4980	5080	5080	5060	5050	5050	5080	5110	5050	5030	5080	5080	5030	4990	4950	5050	4880	4860	5010	
1.3	5390	107,800	4948	-8.20%	5040	4800	98,960	4970	5040	5030	5030	5020	5000	4970	4940	4850	4930	4960	4990	4870	4840	4940	5020	4800	4910	5020	4830	
1.4	5390	86,240	4976	-7.68%	5130	4890	79,620	5010	4950	4890	4970	4890	4950	4960	4960	4990	4920	4920	5050	5130	5030	5000	5000					
1.5	5390	86,240	5086	-5.64%	5240	4860	81,380	4950	5120	5010	5120	4980	5070	5240	5140	5170	5240	5040	5120	4860	5030	5070	5220					
2.1	5390	107,800	5017	-6.92%	5160	4500	100,340	5130	5090	5060	4990	5040	4500	5050	5040	5050	5020	5070	5100	4810	5090	4950	5010	5160	5040	5070	5070	
2.2	5390	75,460	5290	-1.86%	5500	5060	74,060	5060	5070	5120	5300	5230	5310	5310	5270	5440	5370	5350	5450	5500	5280							
2.3	5390	107,800	5138	-4.68%	5270	4980	102,760	5150	5130	5030	5170	5130	5100	5160	5220	5200	5170	5090	5070	5220	4980	5090	5250	5270	5170	5070	5090	
2.4	5390	107,800	5093	-5.51%	5290	4990	101,860	5100	5110	5120	5070	4990	5020	5040	5070	5050	5090	5060	5290	5080	5170	5190	5100	5000	5040	5130	5140	
2.5	5390	107,800	5076	-5.83%	5180	4830	101,520	5120	5100	5060	5040	4830	5040	5090	5180	5000	4980	5090	4980	5150	5140	5110	5100	5150	5140	5040	5180	
3.1	5390	75,460	5065	-6.03%	5350	2660	70,910	5330	2660	5250	5350	5310	5260	5270	5250	5210	5220	5230	5270	5090	5210							
3.2	5390	107,800	5200	-3.53%	5820	4970	104,000	5820	5570	5150	5230	5260	5230	5230	5220	5220	5220	5150	5150	5080	5120	5110	5070	4970	5080	5040	5080	
3.3	5390	107,800	5255	-2.50%	5520	5040	105,100	5160	5260	5220	5260	5240	5430	5460	5230	5520	5040	5040	5070	5100	5060	5040	5070	5100	5090	5050	4960	4990
3.4	5390	107,800	4992	-7.39%	5100	4840	99,830	5030	4960	4940	5040	5010	4980	4920	4930	4840	5000	5100	5060	5010	4940	5010	5090	5050	4970	4960	4990	
3.5	5390	107,800	4931	-8.52%	5130	4330	98,620	4990	5050	5040	5130	5020	5030	5030	5000	5020	5030	4500	4830	4950	4810	4850	4330	4980	5030	4970	5030	
					5820	2610																						

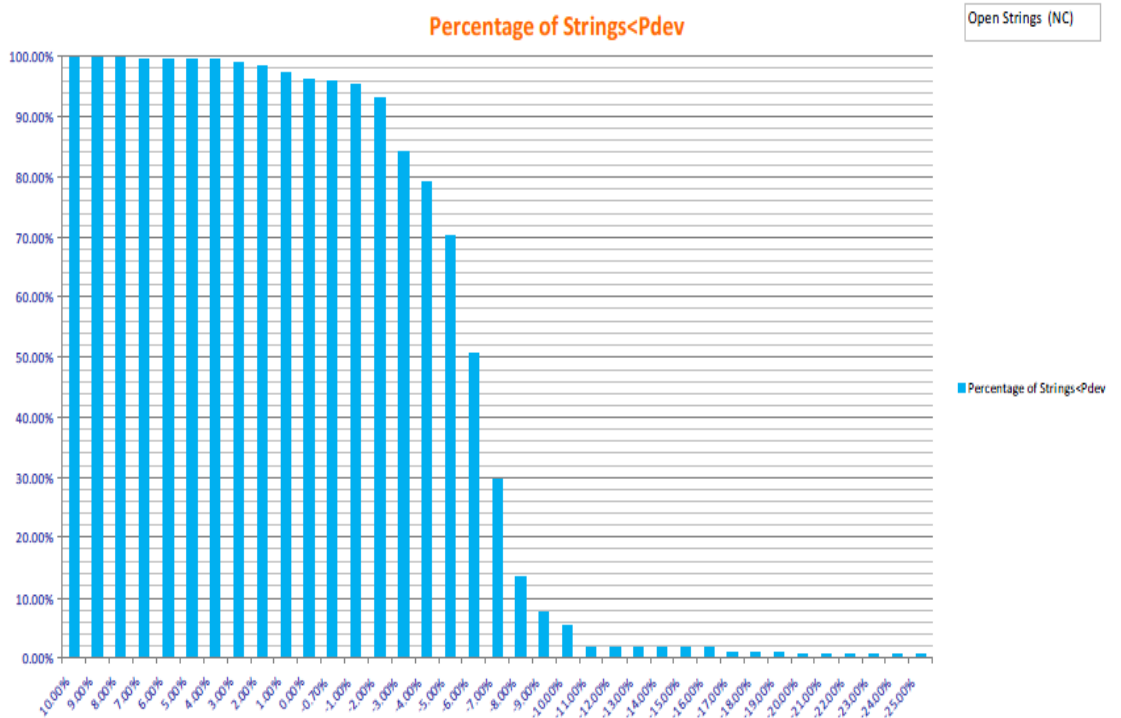
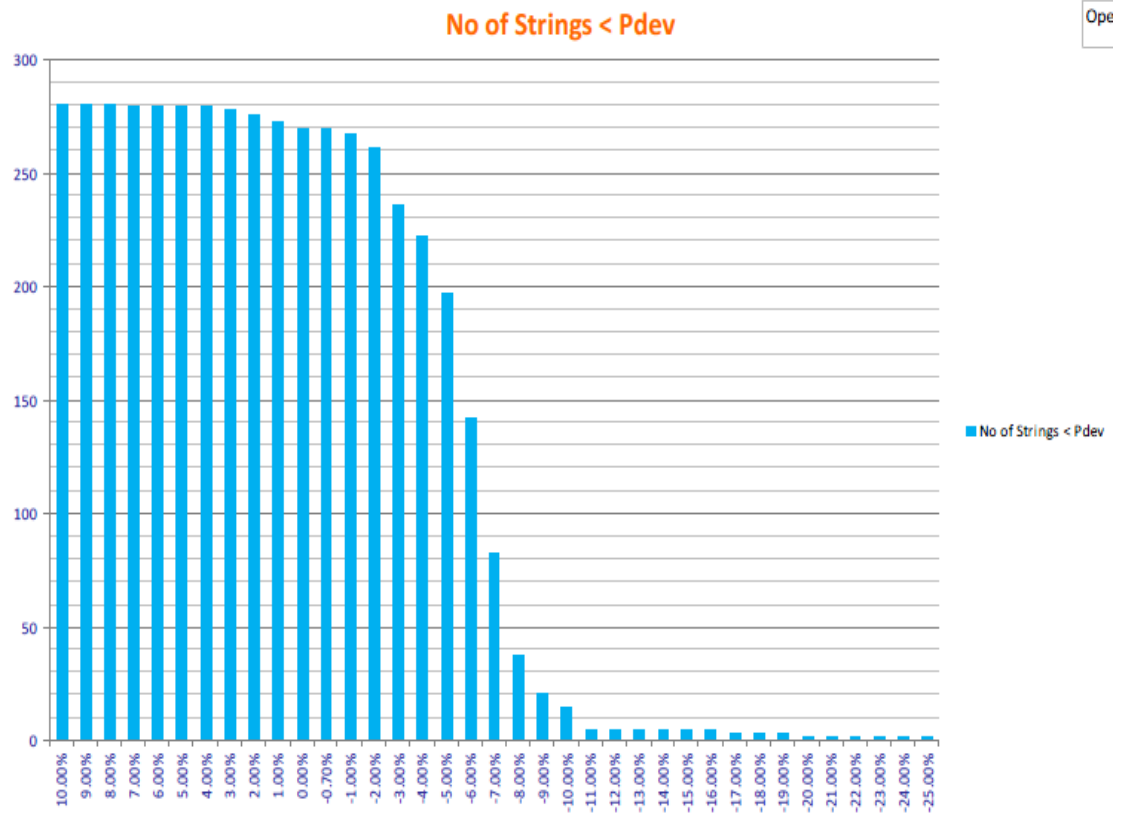
Average A	Sum Non	Average B	Sum meas
5390	1,509,200	5067	1,417,650
		94.00%	93.93%
Loss	-6.00%	Average B/A	Sum meas / Sum Non
	-6.00%	Average Dev	-6.07%
		Loss	

- Όπου: S_Pnom: Ισχύς συστοιχίας σε STC συνθήκες
- G_Pnom: Μέση ονομαστική ισχύς του DC Box
- P total: Η ισχύς που μετρήθηκε σε κάθε DC Box
- Average A: Η μέση ονομαστική ισχύς του κάθε string
- Average B: Η μέση ισχύς του κάθε string
- Average B/A: Ο λόγος των δύο τιμών
- Sum Non: Το άθροισμα της μέσης ονομαστικής ισχύς όλων των DC Box

Στους ακόλουθους πίνακες, φαίνεται ο αριθμός των συστοιχιών των οποίων ξεπερνούν κάποια επίπεδα ισχύος, είτε με μεγαλύτερη παραγωγή είτε με μικρότερη.

Power DEVIATION %	Power(operating string) Pdev		No of Strings > = Pdev		No of Strings < Pdev	
10.00%	5,929.00	280	0	0.00%	280	100.00%
9.00%	5,875.10	280	0	0.00%	280	100.00%
8.00%	5,821.20	280	0	0.00%	280	100.00%
7.00%	5,767.30	280	1	0.36%	279	99.64%
6.00%	5,713.40	280	1	0.36%	279	99.64%
5.00%	5,659.50	280	1	0.36%	279	99.64%
4.00%	5,605.60	280	1	0.36%	279	99.64%
3.00%	5,551.70	280	2	0.71%	278	99.29%
2.00%	5,497.80	280	4	1.43%	276	98.57%
1.00%	5,443.90	280	7	2.50%	273	97.50%
0.00%	5,390.00	280	10	3.57%	270	96.43%
-0.70%	5,352.27	280	11	3.93%	269	96.07%
-1.00%	5,336.10	280	13	4.64%	267	95.36%
-2.00%	5,282.20	280	19	6.79%	261	93.21%
-3.00%	5,228.30	280	44	15.71%	236	84.29%
-4.00%	5,174.40	280	58	20.71%	222	79.29%
-5.00%	5,120.50	280	83	29.64%	197	70.36%
-6.00%	5,066.60	280	138	49.29%	142	50.71%
-7.00%	5,012.70	280	197	70.36%	83	29.64%
-8.00%	4,958.80	280	242	86.43%	38	13.57%
-9.00%	4,904.90	280	259	92.50%	21	7.50%
-10.00%	4,851.00	280	265	94.64%	15	5.36%
-11.00%	4,797.10	280	275	98.21%	5	1.79%
-12.00%	4,743.20	280	275	98.21%	5	1.79%
-13.00%	4,689.30	280	275	98.21%	5	1.79%
-14.00%	4,635.40	280	275	98.21%	5	1.79%
-15.00%	4,581.50	280	275	98.21%	5	1.79%
-16.00%	4,527.60	280	275	98.21%	5	1.79%
-17.00%	4,473.70	280	277	98.93%	3	1.07%
-18.00%	4,419.80	280	277	98.93%	3	1.07%
-19.00%	4,365.90	280	277	98.93%	3	1.07%
-20.00%	4,312.00	280	278	99.29%	2	0.71%
-21.00%	4,258.10	280	278	99.29%	2	0.71%
-22.00%	4,204.20	280	278	99.29%	2	0.71%
-23.00%	4,150.30	280	278	99.29%	2	0.71%
-24.00%	4,096.40	280	278	99.29%	2	0.71%
-25.00%	4,042.50	280	278	99.29%	2	0.71%

Οι τιμές αυτές απεικονίζονται και γραφικά στα πιο κάτω διαγράμματα.



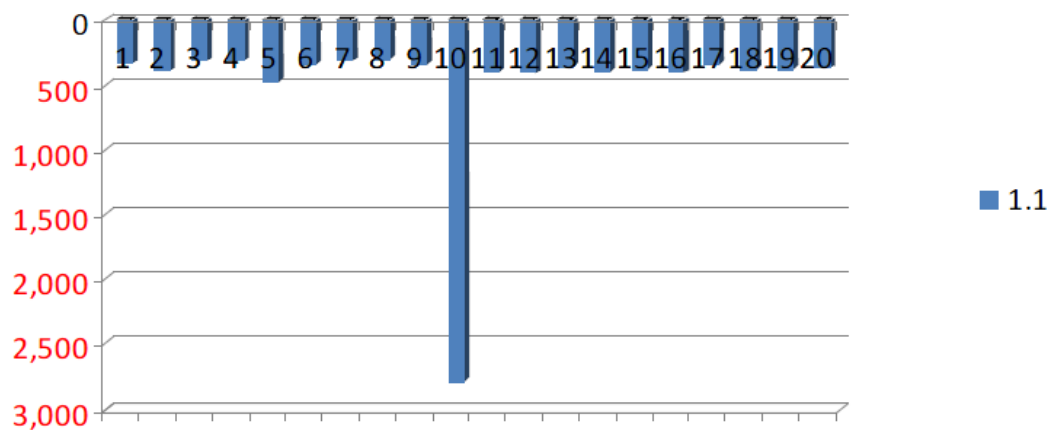
Όπως φαίνεται και από τις μετρήσεις και τα διαγράμματα, μόνο το 30% περίπου των συστοιχιών έχει απόδοση πάνω από 95%. Το υπόλοιπο 70% έχει μείωση της

απόδοσης μεγαλύτερη από 5%, το οποίο δείχνει ότι το φαινόμενο PID έχει ξεκινήσει να επηρεάζει την εγκατάσταση.

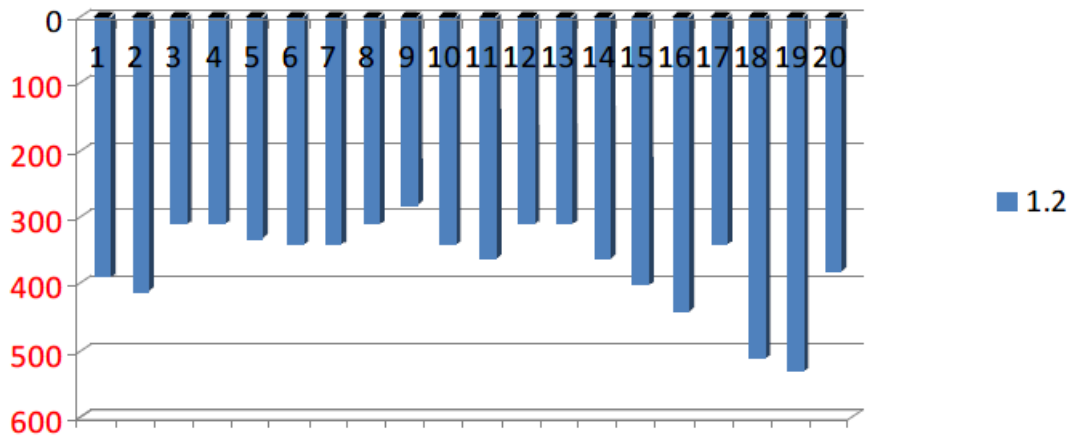
Τα ακόλουθα διαγράμματα, απεικονίζουν την απόλυτη μείωση της ισχύος του string σε σχέση με την ονομαστική ισχύ.

GAK	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1.1	330	380	310	310	470	340	310	300	340	2,780	390	400	350	390	370	400	340	370	370	360
1.2	390	410	310	310	330	340	340	310	280	340	360	310	310	360	400	440	340	510	530	380
1.3	420	350	360	360	370	390	420	450	540	460	430	400	520	550	450	370	590	480	370	560
1.4	380	440	500	420	500	440	430	430	400	470	470	340	260	360	390	390				
1.5	440	270	380	270	410	320	150	250	220	150	350	270	530	360	320	170				
2.1	260	300	330	400	350	890	340	350	340	370	320	290	580	300	440	380	230	350	320	320
2.2	330	320	270	90	160	80	80	120	50	20	40	60	110	110						
2.3	240	260	360	220	260	290	230	170	190	220	300	320	170	410	300	140	120	220	320	300
2.4	290	280	270	320	400	370	350	320	340	300	330	100	310	220	200	290	390	350	260	250
2.5	270	290	330	350	560	350	300	210	390	410	300	410	240	250	280	290	240	250	350	210
3.1	60	2,730	140	40	80	130	120	140	180	170	160	120	300	180						
3.2	430	180	240	160	130	160	160	170	170	170	240	240	310	270	280	320	420	310	350	310
3.3	230	130	170	130	150	40	70	160	130	140	350	150	70	320	290	140	120	250	20	300
3.4	360	430	450	350	380	410	470	460	550	390	290	330	380	450	380	300	340	420	430	400
3.5	400	340	350	260	370	360	360	390	370	360	890	560	440	580	540	1,060	410	360	420	360

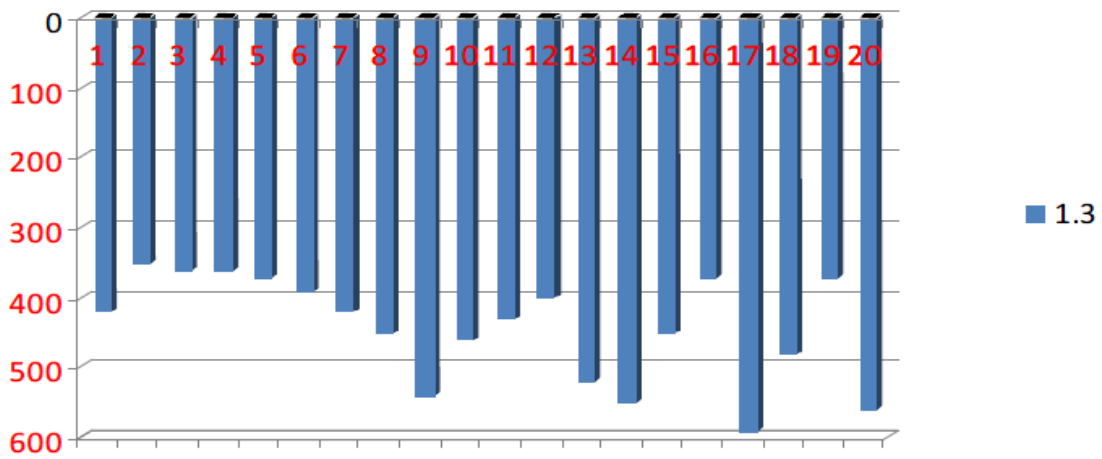
1.1



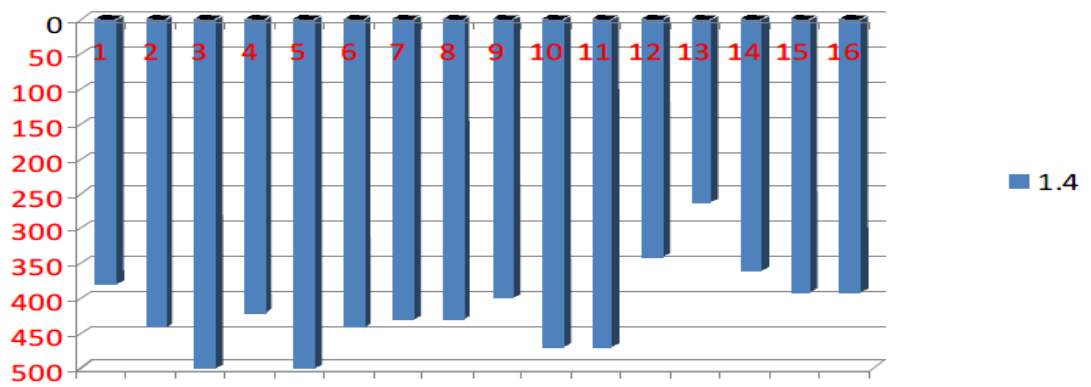
1.2



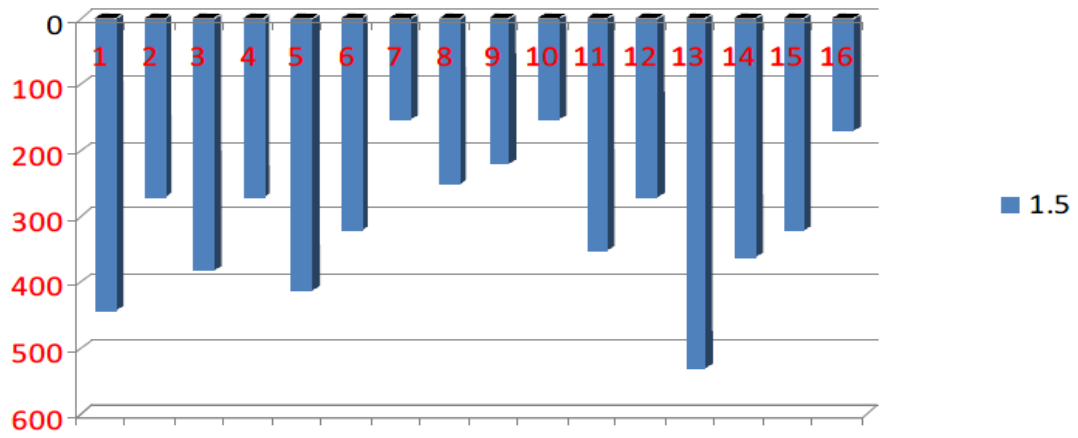
1.3



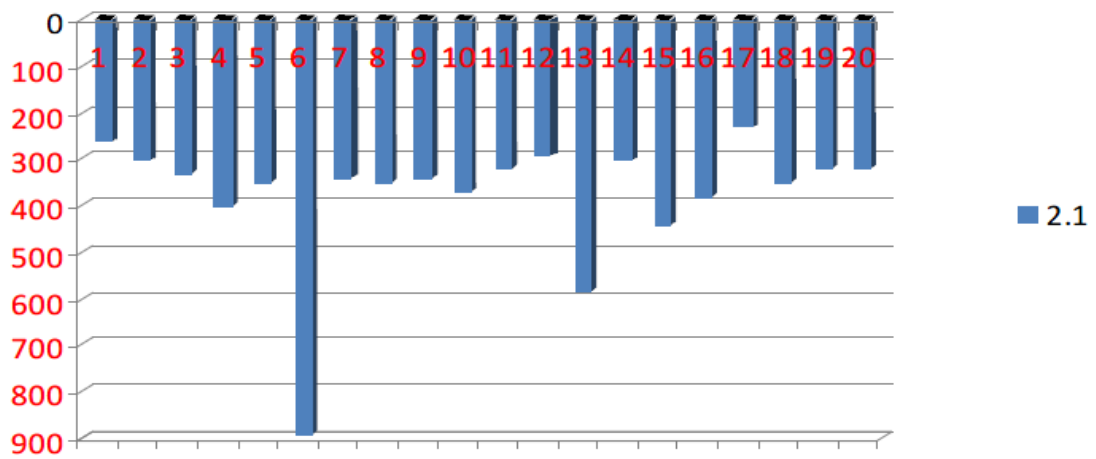
1.4



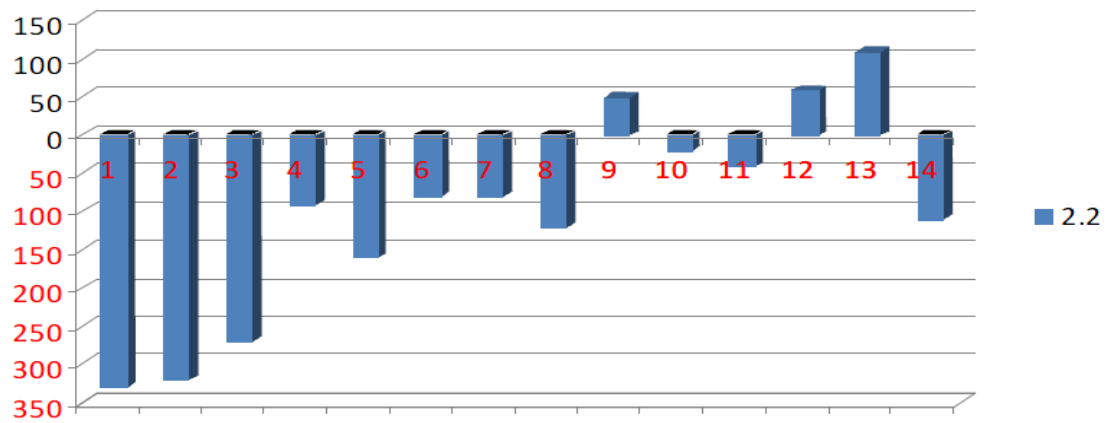
1.5



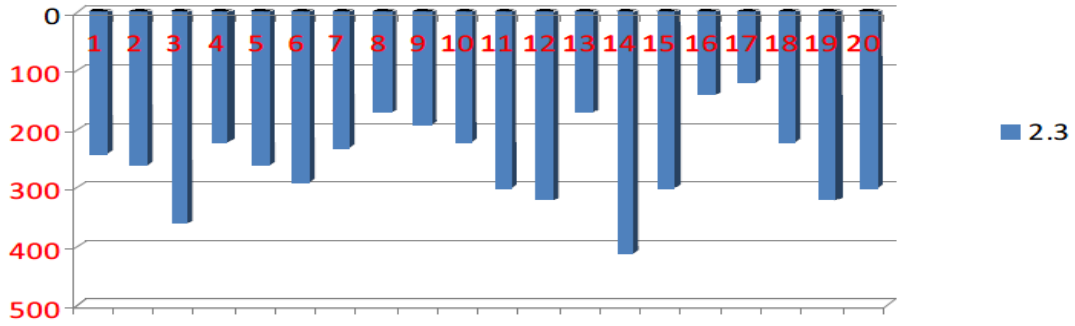
2.1



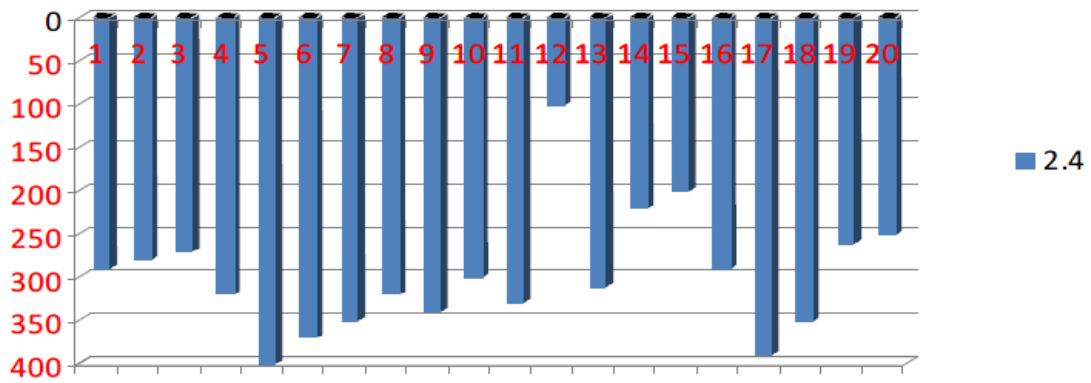
2.2



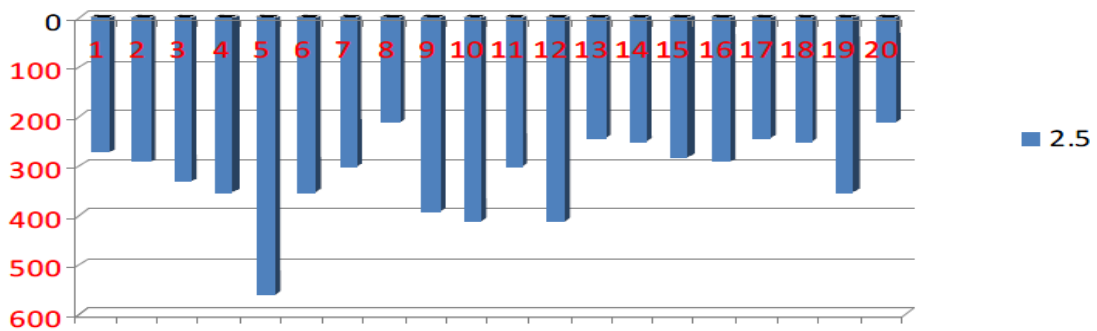
2.3



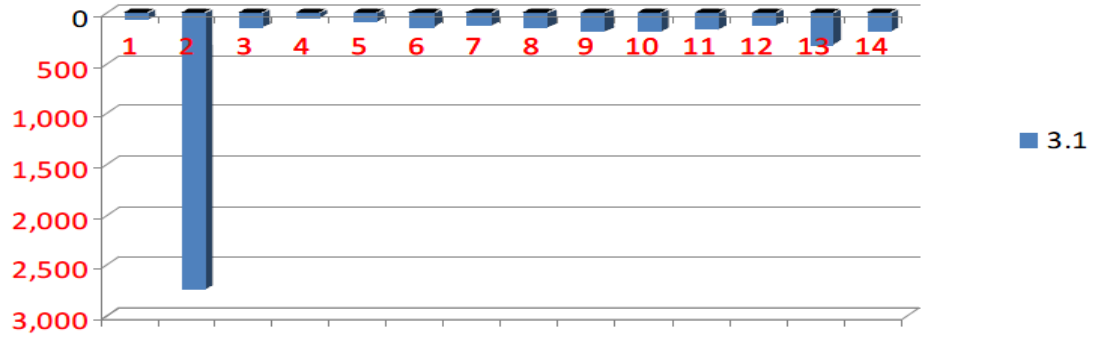
2.4



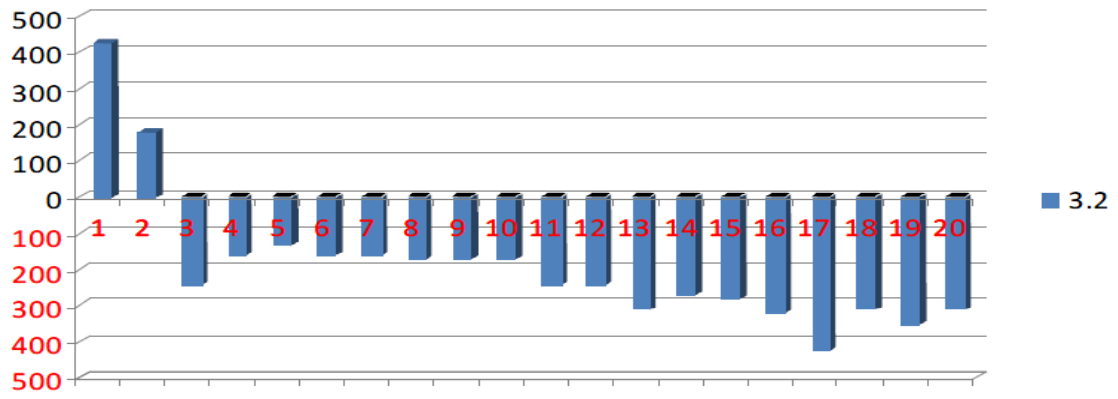
2.5



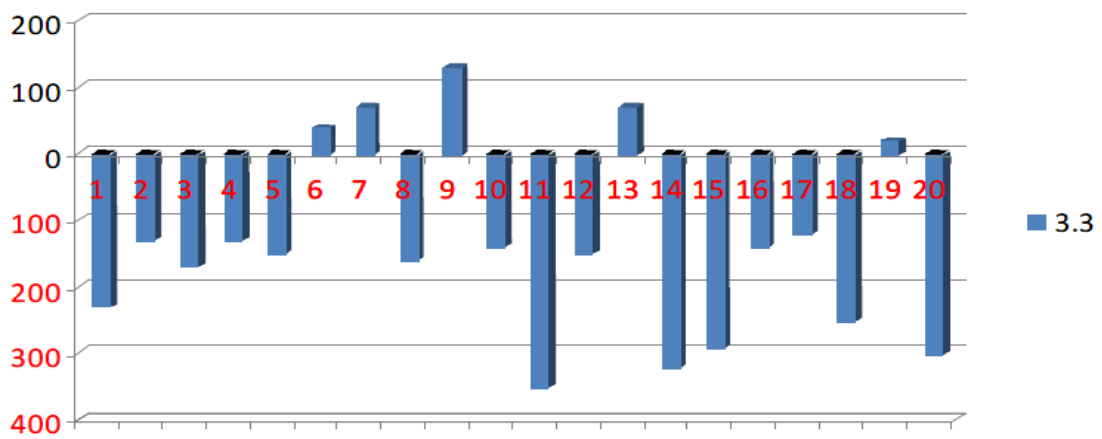
3.1



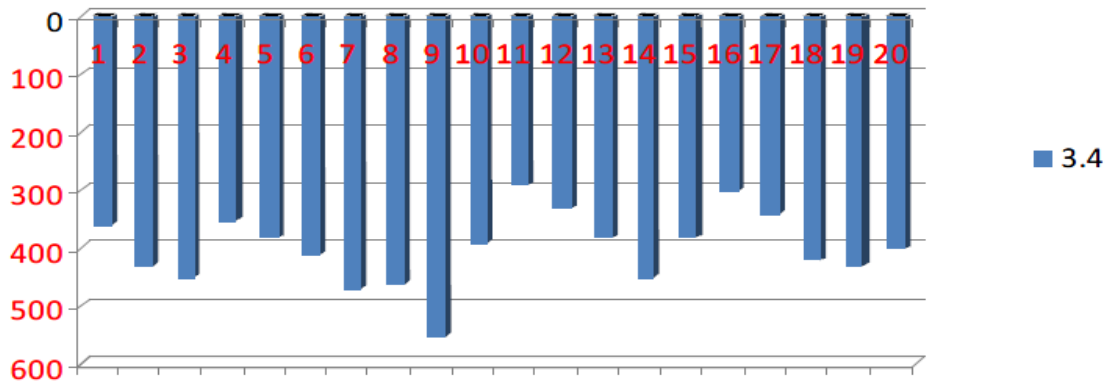
3.2



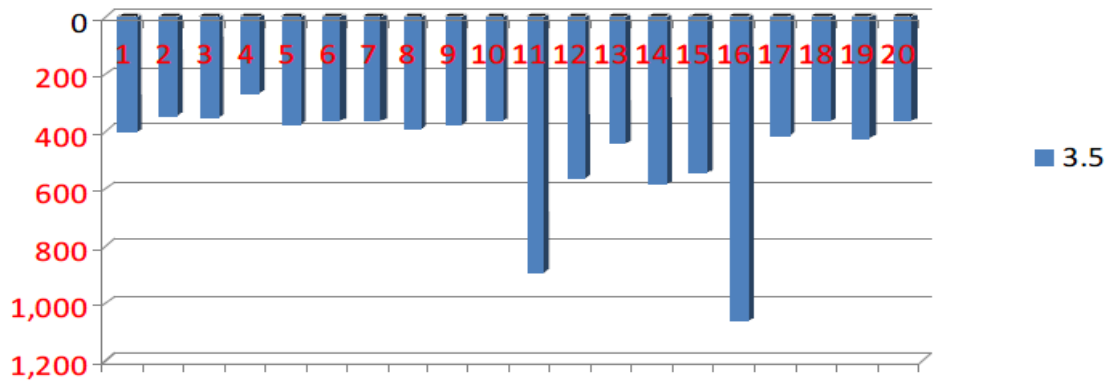
3.3



3.4



3.5



Παρατηρούμε ότι οι περισσότερες συστοιχίες έχουν απόκλιση από την ονομαστική του τιμή, που αυτό επιβεβαιώνει την παρουσία του φαινομένου.

Ακολουθούν όλοι οι πίνακες με τις μετρήσεις και τα διαγράμματα, όπως πιο πάνω, αλλά σε κατάσταση κανονικής λειτουργίας των string.

GAK	S_Pnom	G_Pnom	AVER	Dev%	MAX	MIN	Ptotal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1.1	5390	107,800	5044	-6.42%	5290	4890	100,880	5220	4890	4980	5050	4960	5080	4920	5220	5020	4980	4980	4930	5020	4970	5290	5290	5030	4930	5060	5060
1.2	5390	107,800	4972	-7.76%	5250	4610	99,430	4730	4710	5050	5080	5030	5030	4610	5100	5250	5130	5050	5050	5090	4740	4850	5030	5130	4940	4860	4970
1.3	5390	107,800	4905	-9.00%	5190	4700	98,100	4910	5030	5030	4900	5190	5010	4850	4810	4720	4900	4920	4910	4870	4820	5040	4890	4780	4830	4990	4700
1.4	5390	86,240	4913	-8.86%	5090	4700	78,600	4990	4700	4890	4950	4900	4860	4980	4940	4960	4770	4820	4780	5090	5000	5080	4890				
1.5	5390	86,240	4999	-7.25%	5160	4670	79,990	4840	5120	4670	5080	5090	4830	5160	5050	5140	5110	4980	5140	4750	4960	4950	5120				
2.1	5390	107,800	5016	-6.94%	5390	4220	100,320	5060	4980	5020	4940	5080	4220	5200	5290	4730	5000	5370	5080	4760	5040	4910	4950	5150	5090	5390	5060
2.2	5390	75,460	5294	-1.79%	5710	4970	74,110	5030	4970	5010	5170	5130	5210	5180	5440	5580	5310	5450	5710	5710	5210						
2.3	5390	107,800	5156	-4.34%	5330	4620	103,120	5190	5100	5030	5190	5240	5220	5130	5270	5230	5240	5130	5080	5260	4920	4620	5300	5330	5280	5130	5230
2.4	5390	107,800	5051	-6.30%	5390	4830	101,010	5000	4930	5390	4980	4990	4960	5080	4900	5040	5180	5230	5250	5040	5100	5220	5040	4890	4830	5100	4860
2.5	5390	107,800	5014	-6.98%	5340	4720	100,280	4940	5200	5070	5000	4720	4880	5000	4990	5010	4790	5030	4970	5090	4980	5020	4870	5340	5140	5050	5190
3.1	5390	75,460	5247	-2.65%	5770	5130	73,460	5170	5240	5130	5300	5210	5320	5170	5220	5180	5160	5130	5770	5130	5330						
3.2	5390	107,800	5192	-3.68%	5920	4970	103,830	5920	5600	5090	5170	5250	5340	5130	5150	5200	5190	5090	5150	5240	5100	5050	5150	4990	5010	4970	5040
3.3	5390	107,800	5147	-4.52%	5660	4660	102,930	5120	5390	4830	5060	5140	5300	5440	5250	5420	5190	4660	4970	5020	4930	5030	5070	5190	5160	5660	5100
3.4	5390	107,800	4913	-8.85%	5040	4500	98,260	4820	4500	4860	5040	4860	5010	4770	4910	4990	4830	4870	4970	4920	5030	5040	5040	4950	4950	4860	
3.5	5390	107,800	4769	-11.52%	4990	4020	95,380	4780	4450	4970	4900	4960	4900	4960	4890	4020	4260	4780	4470	4880	4610	4820	4990	4890	4970	4930	4950
					5920	4020																					

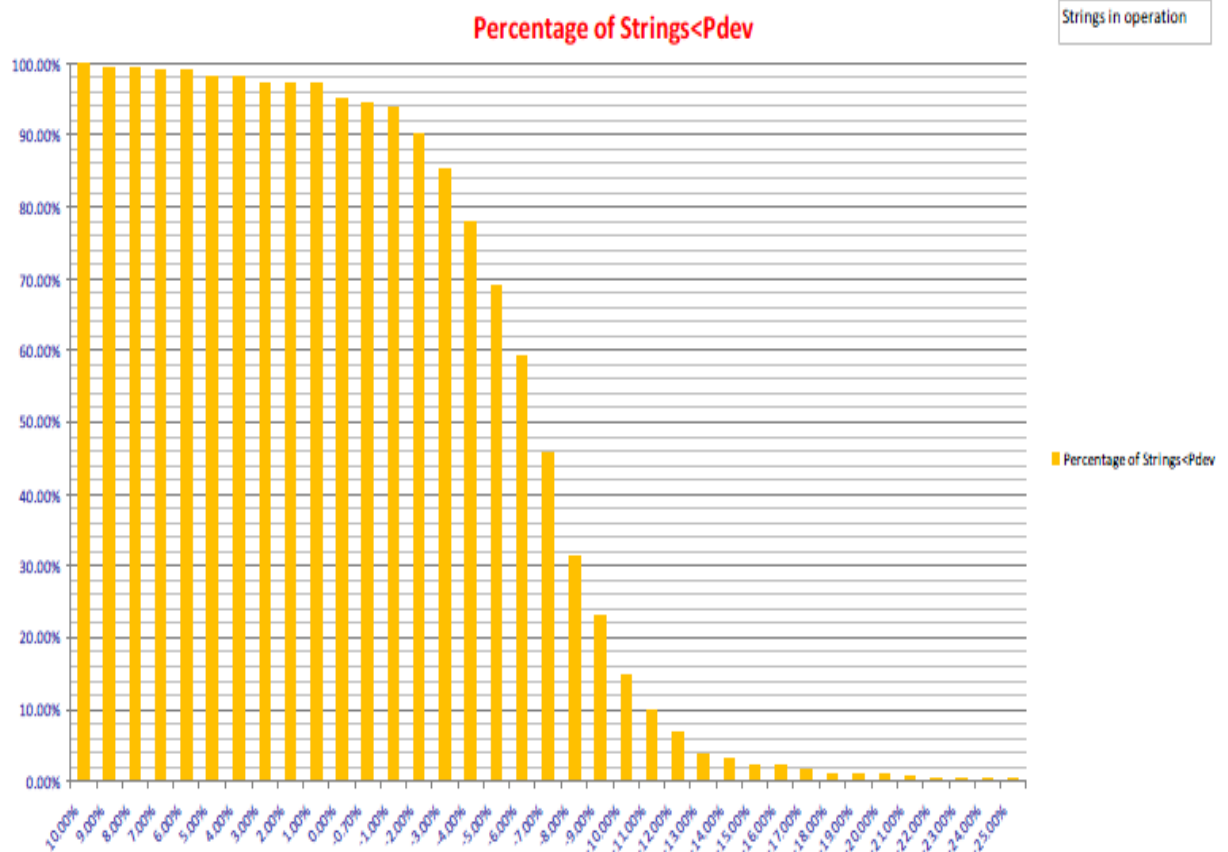
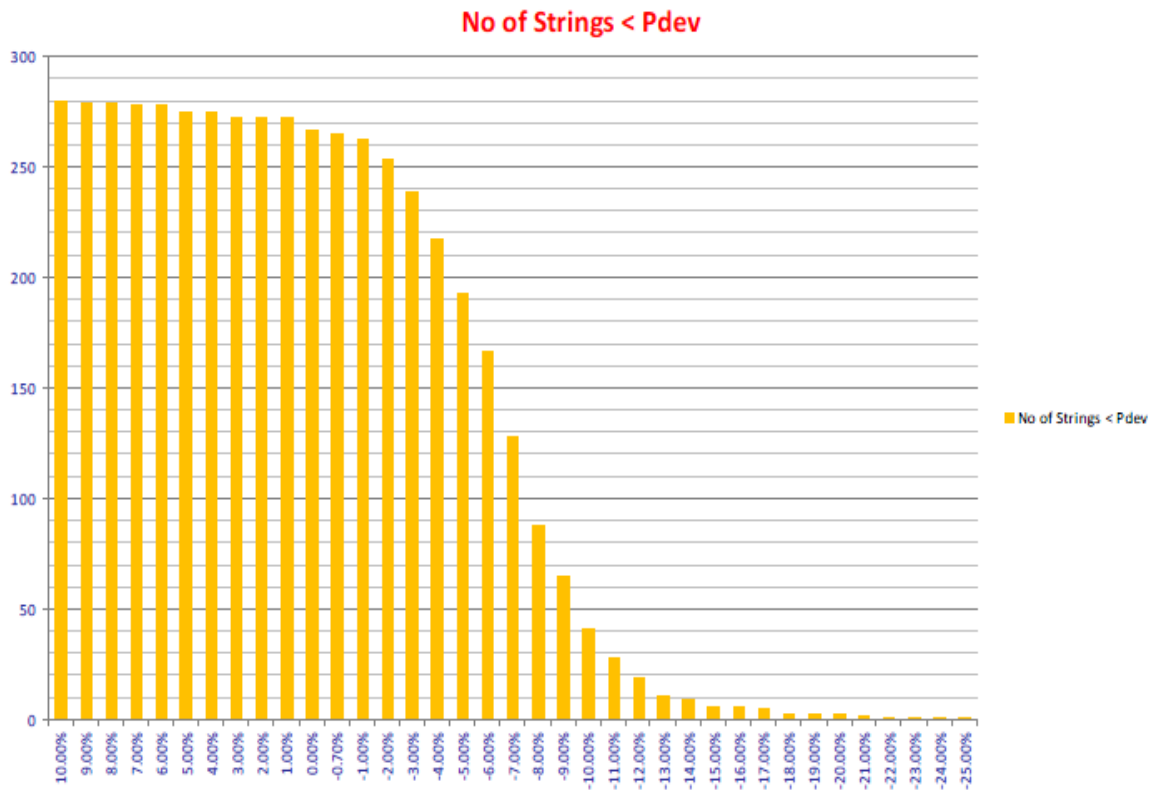
Average A	Sum Nom	Average B	Sum meas
5390	1,509,200	5042	1,409,700
		93.54%	Average A/B
Loss	-6.46%	-6.46%	Average Dev
			93.41%
			Sum meas / Sum Nom
			-6.59%
			Loss

- Όπου: S_Pnom: Ισχύς συστοιχίας σε STC συνθήκες
- G_Pnom: Μέση ονομαστική ισχύς του DC Box
- P total: Η ισχύς που μετρήθηκε σε κάθε DC Box
- Average A: Η μέση ονομαστική ισχύς του κάθε string
- Average B: Η μέση ισχύς του κάθε string
- Average B/A: Ο λόγος των δύο τιμών
- Sum Non: Το άθροισμα της μέσης ονομαστικής ισχύς όλων των DC Box

Στους ακόλουθους πίνακες, φαίνεται ο αριθμός των συστοιχιών των οποίων ξεπερνούν κάποια επίπεδα ισχύος, είτε με μεγαλύτερη παραγωγή είτε με μικρότερη.

Power DEVIATION %	Power(operating string) Pdev		No of Strings > = Pdev		No of Strings < Pdev	
10.00%	5,929.00		0	0.00%	280	100.00%
9.00%	5,875.10	280	1	0.36%	279	99.64%
8.00%	5,821.20	280	1	0.36%	279	99.64%
7.00%	5,767.30	280	2	0.71%	278	99.29%
6.00%	5,713.40	280	2	0.71%	278	99.29%
5.00%	5,659.50	280	5	1.79%	275	98.21%
4.00%	5,605.60	280	5	1.79%	275	98.21%
3.00%	5,551.70	280	7	2.50%	273	97.50%
2.00%	5,497.80	280	7	2.50%	273	97.50%
1.00%	5,443.90	280	8	2.86%	272	97.14%
0.00%	5,390.00	280	14	5.00%	266	95.00%
-0.70%	5,352.27	280	15	5.36%	265	94.64%
-1.00%	5,336.10	280	17	6.07%	263	93.93%
-2.00%	5,282.20	280	27	9.64%	253	90.36%
-3.00%	5,228.30	280	41	14.64%	239	85.36%
-4.00%	5,174.40	280	62	22.14%	218	77.86%
-5.00%	5,120.50	280	87	31.07%	193	68.93%
-6.00%	5,066.60	280	114	40.71%	166	59.29%
-7.00%	5,012.70	280	152	54.29%	128	45.71%
-8.00%	4,958.80	280	192	68.57%	88	31.43%
-9.00%	4,904.90	280	215	76.79%	65	23.21%
-10.00%	4,851.00	280	239	85.36%	41	14.64%
-11.00%	4,797.10	280	252	90.00%	28	10.00%
-12.00%	4,743.20	280	261	93.21%	19	6.79%
-13.00%	4,689.30	280	269	96.07%	11	3.93%
-14.00%	4,635.40	280	271	96.79%	9	3.21%
-15.00%	4,581.50	280	274	97.86%	6	2.14%
-16.00%	4,527.60	280	274	97.86%	6	2.14%
-17.00%	4,473.70	280	275	98.21%	5	1.79%
-18.00%	4,419.80	280	277	98.93%	3	1.07%
-19.00%	4,365.90	280	277	98.93%	3	1.07%
-20.00%	4,312.00	280	277	98.93%	3	1.07%
-21.00%	4,258.10	280	278	99.29%	2	0.71%
-22.00%	4,204.20	280	279	99.64%	1	0.36%
-23.00%	4,150.30	280	279	99.64%	1	0.36%
-24.00%	4,096.40	280	279	99.64%	1	0.36%
-25.00%	4,042.50	280	279	99.64%	1	0.36%

Οι τιμές αυτές απεικονίζονται και γραφικά στα πιο κάτω διαγράμματα.



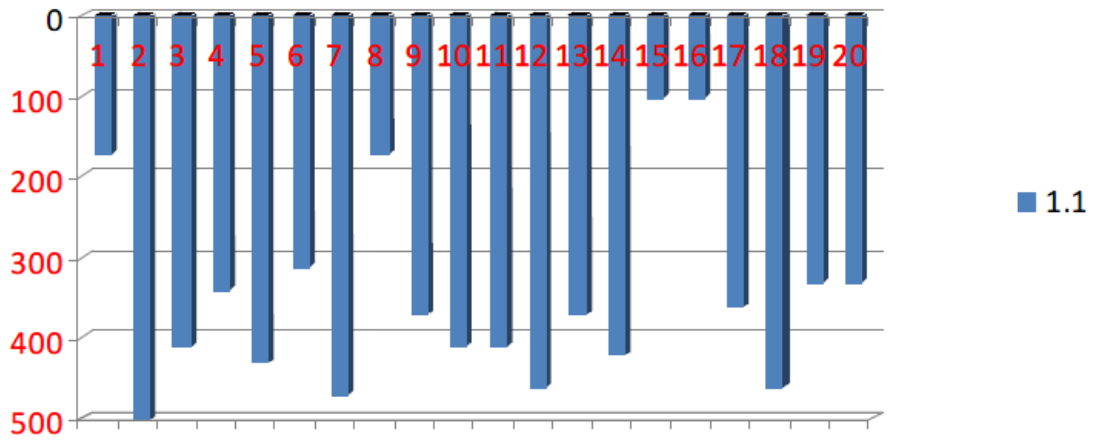
Όπως φαίνεται και από τις μετρήσεις και τα διαγράμματα, μόνο το 31% περίπου των συστοιχιών έχει απόδοση πάνω από 95%. Το υπόλοιπο 69% έχει μείωση της απόδοσης μεγαλύτερη από 5%, το οποίο δείχνει ότι το φαινόμενο PID έχει ξεκινήσει να επηρεάζει την εγκατάσταση.

Τα ακόλουθα διαγράμματα, απεικονίζουν την απόλυτη μείωση της ισχύος του string σε σχέση με την ονομαστική ισχύ.

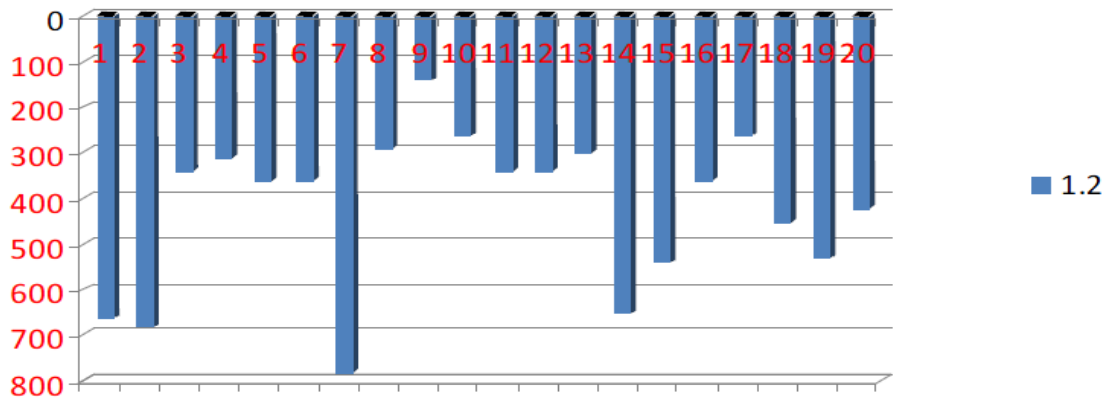
GAK	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1.1	-3.15%	-9.28%	-7.61%	-6.31%	-7.98%	-5.75%	-8.72%	-3.15%	-6.86%	-7.61%	-7.61%	-8.53%	-6.86%	-7.79%	-1.86%	-1.86%	-6.68%	-8.53%	-6.12%	-6.12%
1.2	-12.24%	-12.62%	-6.31%	-5.75%	-6.68%	-6.68%	-14.47%	-5.38%	-2.60%	-4.82%	-6.31%	-6.31%	-5.57%	-12.06%	-10.02%	-6.68%	-4.82%	-8.35%	-9.83%	-7.79%
1.3	-8.91%	-6.68%	-6.68%	-9.09%	-3.71%	-7.05%	-10.02%	-10.76%	-12.43%	-9.09%	-8.72%	-8.91%	-9.65%	-10.58%	-6.49%	-9.28%	-11.32%	-10.39%	-7.42%	-12.80%
1.4	-7.42%	-12.80%	-9.28%	-8.16%	-9.09%	-9.83%	-7.61%	-8.35%	-7.98%	-11.50%	-10.58%	-11.32%	-5.57%	-7.24%	-5.75%	-9.28%				
1.5	-10.20%	-5.01%	-13.36%	-5.75%	-5.57%	-10.39%	-4.27%	-6.31%	-4.64%	-5.19%	-7.61%	-4.64%	-11.87%	-7.98%	-8.16%	-5.01%				
2.1	-6.12%	-7.61%	-6.86%	-8.35%	-5.75%	-21.71%	-3.53%	-1.86%	-12.24%	-7.24%	-0.37%	-5.75%	-11.69%	-6.49%	-8.91%	-8.16%	-4.45%	-5.57%	0.00%	-6.12%
2.2	-6.68%	-7.79%	-7.05%	-4.08%	-4.82%	-3.34%	-3.90%	0.93%	3.53%	-1.48%	1.11%	5.94%	5.94%	-3.34%						
2.3	-3.71%	-5.38%	-6.68%	-3.71%	-2.78%	-3.15%	-4.82%	-2.23%	-2.97%	-2.78%	-4.82%	-5.75%	-2.41%	-8.72%	-14.29%	-1.67%	-1.11%	-2.04%	-4.82%	-2.97%
2.4	-7.24%	-8.53%	0.00%	-7.61%	-7.42%	-7.98%	-5.75%	-9.09%	-6.49%	-3.90%	-2.97%	-2.60%	-6.49%	-5.38%	-3.15%	-6.49%	-9.28%	-10.39%	-5.38%	-9.83%
2.5	-8.35%	-3.53%	-5.94%	-7.24%	-12.43%	-9.46%	-7.24%	-7.42%	-7.05%	-11.13%	-6.68%	-7.79%	-5.57%	-7.61%	-6.86%	-9.65%	-0.93%	-4.64%	-6.31%	-3.71%
3.1	-4.08%	-2.78%	-4.82%	-1.67%	-3.34%	-1.30%	-4.08%	-3.15%	-3.90%	-4.27%	-4.82%	7.05%	-4.82%	-1.11%						
3.2	9.83%	3.90%	-5.57%	-4.08%	-2.60%	0.93%	4.82%	4.45%	-3.53%	-3.71%	-5.57%	4.45%	-2.78%	-5.38%	-6.31%	-4.45%	-7.42%	-7.05%	-7.79%	-6.49%
3.3	-5.01%	0.00%	-10.39%	-6.12%	-4.64%	-1.67%	0.93%	-2.60%	0.56%	-3.71%	-13.54%	-7.79%	-6.86%	-8.53%	-6.68%	-5.94%	-3.71%	-4.27%	5.01%	-5.38%
3.4	-10.58%	-16.51%	-9.83%	-6.49%	-6.49%	-9.83%	-7.05%	-11.50%	-8.91%	-7.42%	-10.39%	-9.65%	-7.79%	-8.72%	-6.68%	-6.49%	-6.49%	-8.16%	-8.16%	-9.83%
3.5	-11.32%	-17.44%	-7.79%	-9.09%	-7.98%	-9.09%	-7.98%	-9.28%	-25.42%	-20.96%	-11.32%	-17.07%	-9.46%	-14.47%	-10.58%	-7.42%	-9.28%	-7.79%	-8.53%	-8.16%

GAK	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1.1	170	500	410	340	430	310	470	170	370	410	410	460	370	420	100	100	360	460	330	330
1.2	660	680	340	310	360	360	780	290	140	260	340	340	300	650	540	360	260	450	530	420
1.3	480	360	360	490	200	380	540	580	670	490	470	480	520	570	350	500	610	560	400	690
1.4	400	690	500	440	490	530	410	450	430	620	570	610	300	390	310	500				
1.5	550	270	720	310	300	560	230	340	250	280	410	250	640	430	440	270				
2.1	330	410	370	450	310	1,170	190	100	660	390	20	310	630	350	480	440	240	300	0	330
2.2	360	420	380	220	260	180	210	50	190	80	60	320	320	180						
2.3	200	290	360	200	150	170	260	120	160	150	260	310	130	470	770	90	60	110	260	160
2.4	390	460	0	410	400	430	310	490	350	210	160	140	350	290	170	350	500	560	290	530
2.5	450	190	320	390	670	510	390	400	380	600	360	420	300	410	370	520	50	250	340	200
3.1	220	150	260	90	180	70	220	170	210	230	260	380	260	60						
3.2	530	210	300	220	140	50	260	240	190	200	300	240	150	290	340	240	400	380	420	350
3.3	270	0	560	330	250	90	50	140	30	200	730	420	370	460	360	320	200	230	270	290
3.4	570	890	530	350	350	530	380	620	480	400	560	520	420	470	360	350	350	440	440	530
3.5	610	940	420	490	430	490	430	500	1,370	1,130	610	920	510	780	570	400	500	420	460	440

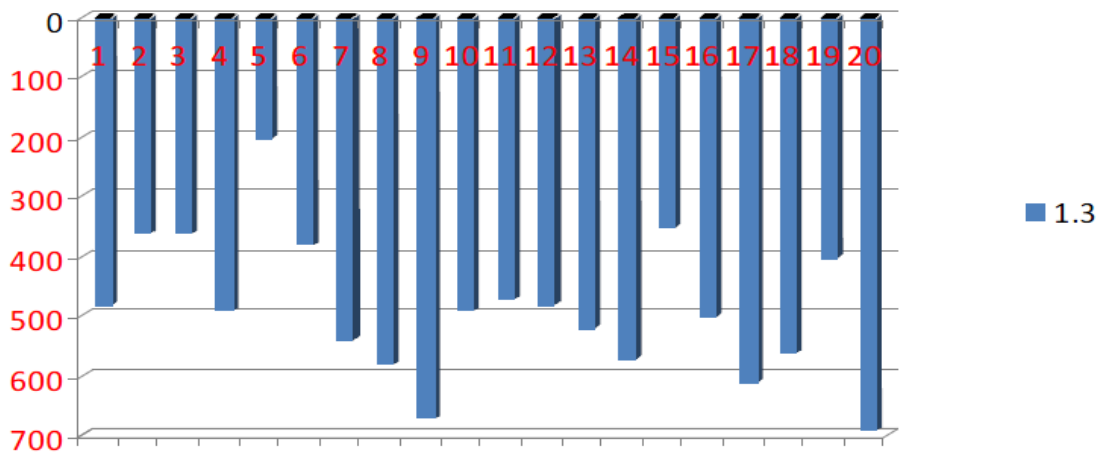
1.1



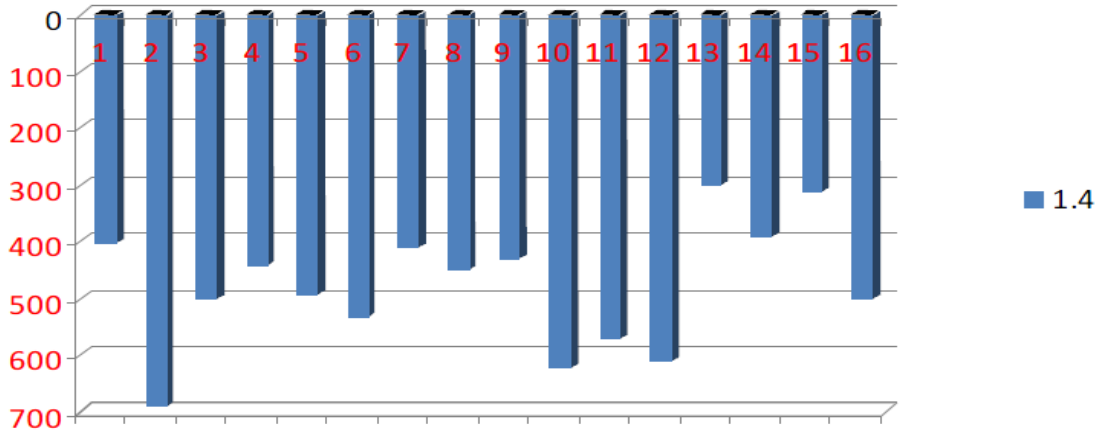
1.2



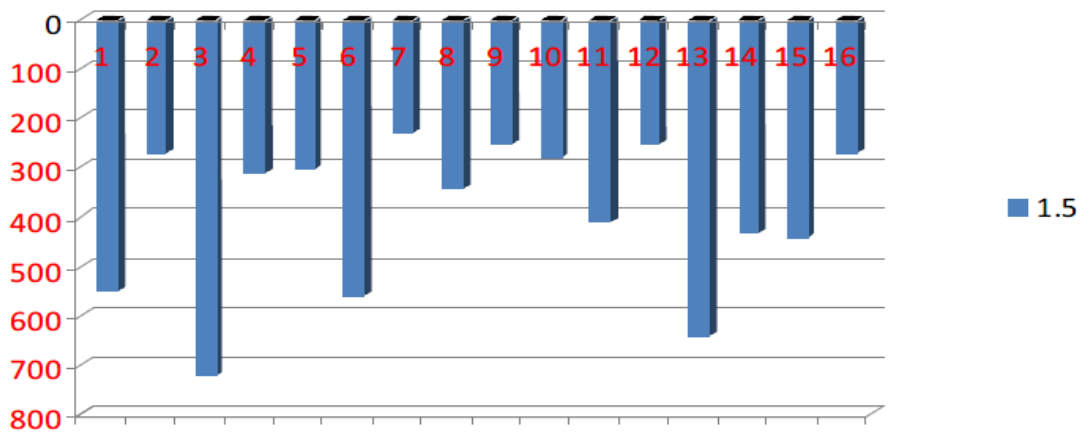
1.3



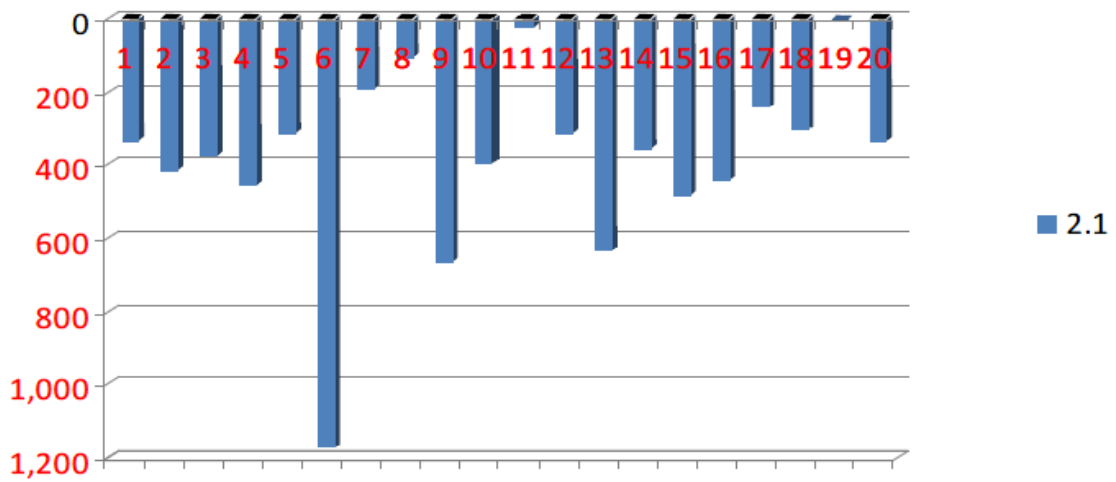
1.4



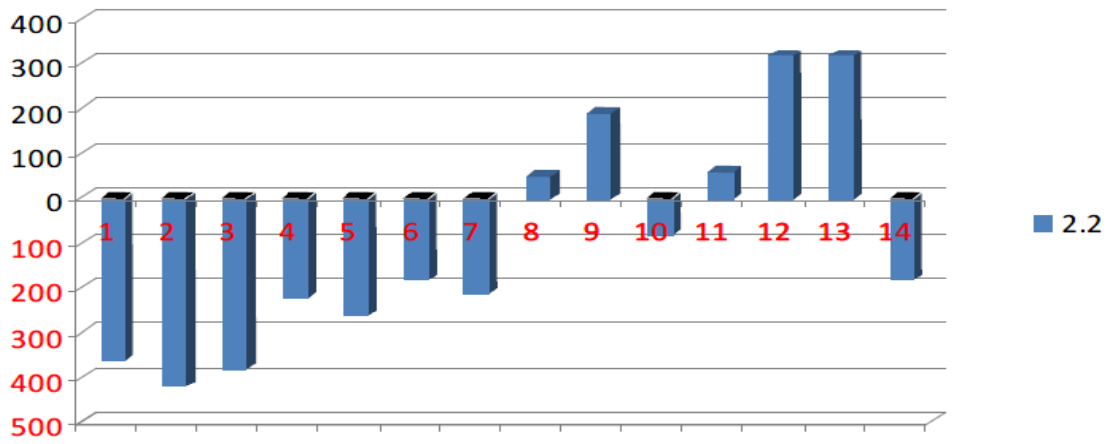
1.5



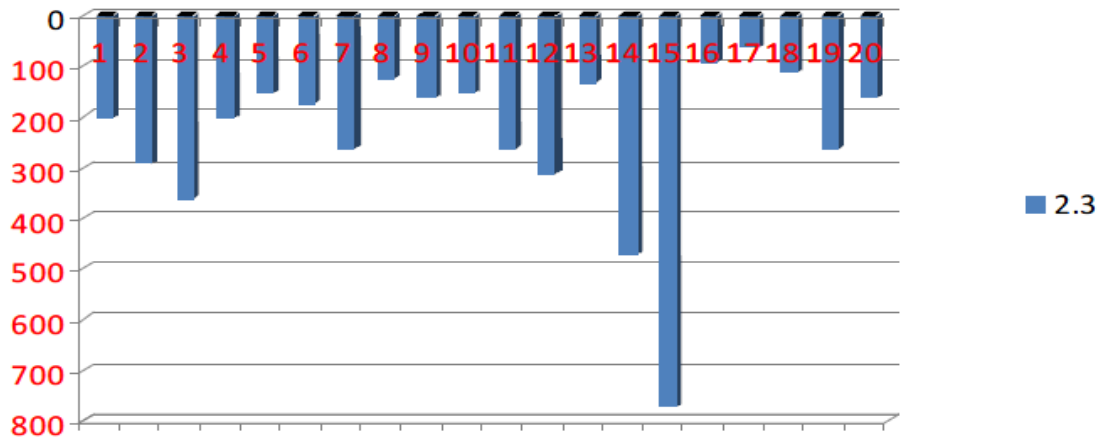
2.1



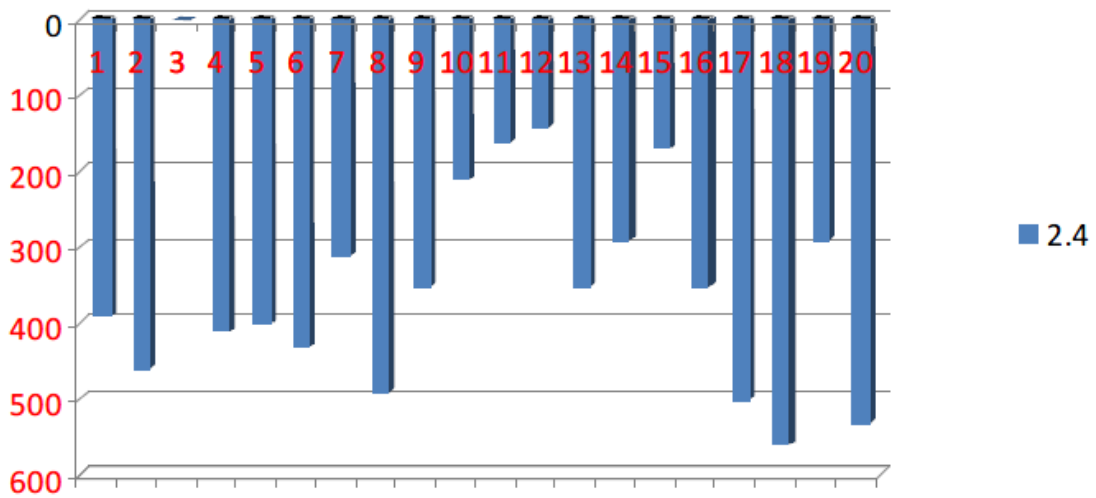
2.2



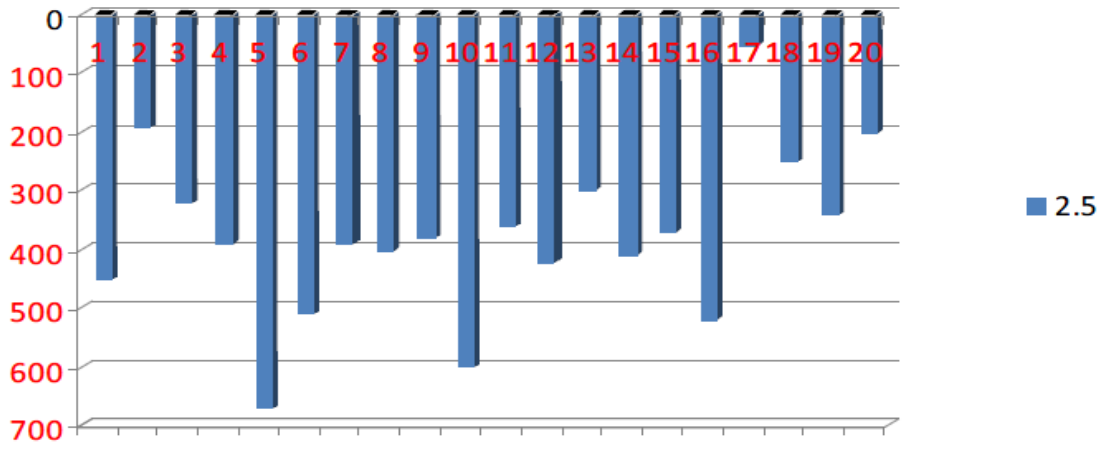
2.3



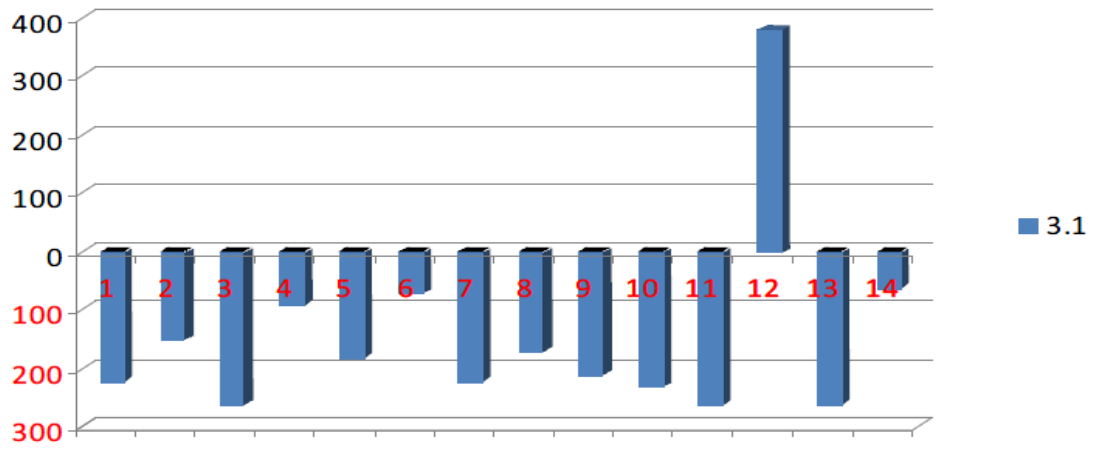
2.4



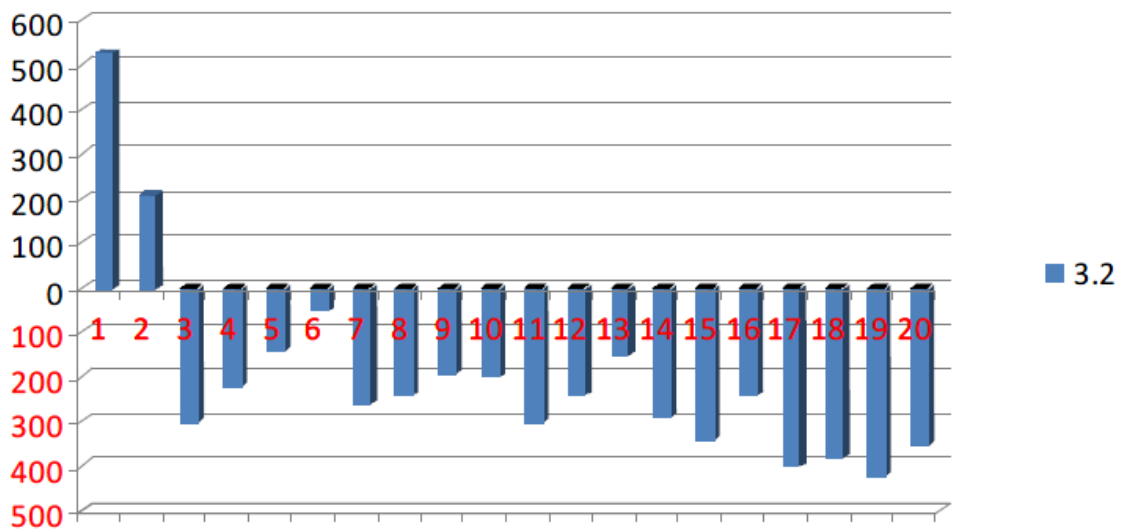
2.5



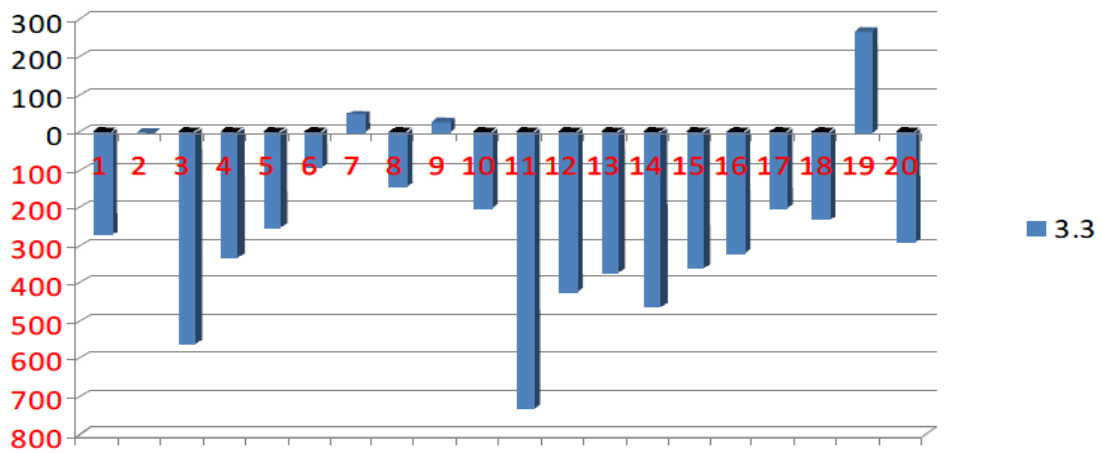
3.1



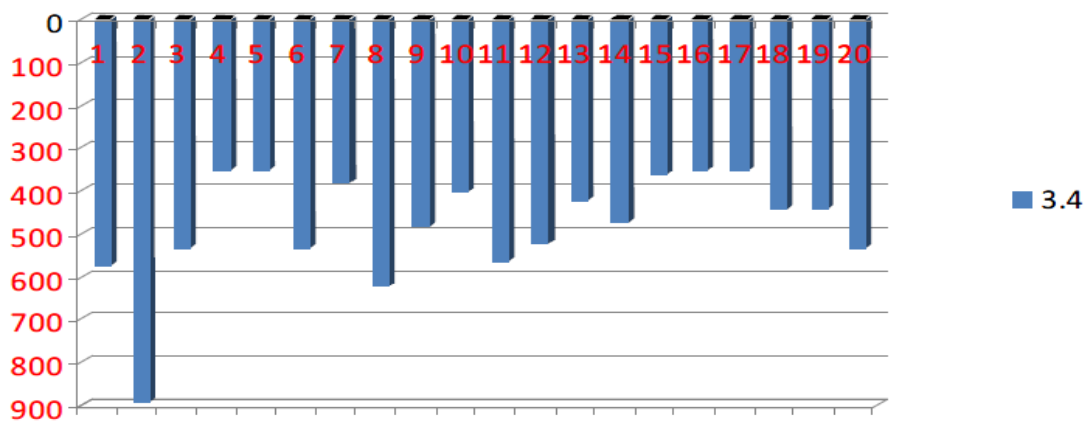
3.2



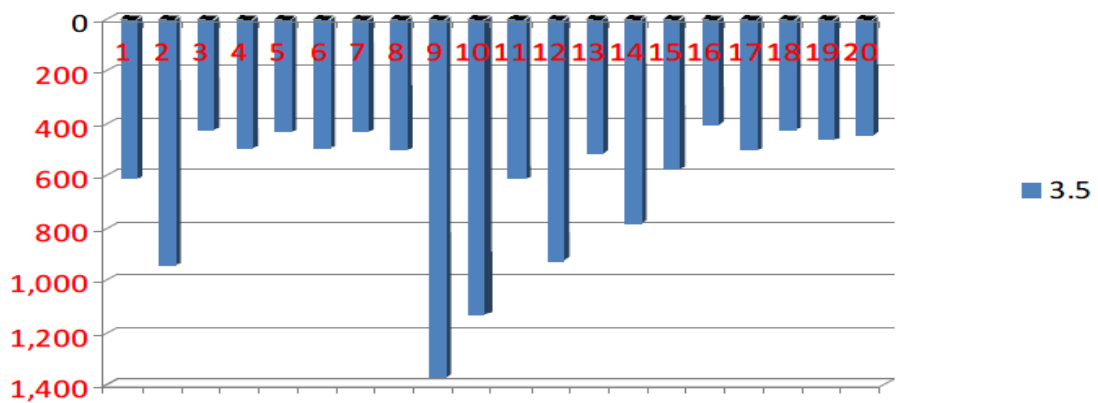
3.3



3.4



3.5



Όπως και πιο πάνω και εδώ φαίνεται η εμφάνιση του φαινομένου PID άρα και η μείωση της απόδοσης των πάνελ.

Κεφάλαιο 10: Επίλογος – Συμπεράσματα

Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, η απόδοση μιας φωτοβολταϊκής εγκατάστασης, είναι το κυριότερο χαρακτηριστικό το οποίο θα πρέπει να ελέγχεται κατά τη λειτουργία μιας εγκατάστασης.

Η εμφάνιση όμως του φαινομένου PID θέτει σε σοβαρό κίνδυνο την εγκατάσταση, αφού επηρεάζει αρνητικά την απόδοση της, σε σημείο καταστροφής της εγκαταστάσης, αν δεν γίνει έγκαιρα αντιληπτό. Όπως αποδείχτηκε και από τη μελέτη των πιο πάνω εγκαταστάσεων, όσο περισσότερο καθυστερήσει η ανίχνευση και η αντιμετώπιση του φαινομένου, τόσο περισσότερο επηρεάζει τα πλαίσια και κατ' επέκταση την εγκατάσταση. Σε περίπτωση που ανιχνευτεί γρήγορα και η κατάσταση του είναι αναστρέψιμη, μια καλή λύση για τη διόρθωση του προβλήματος είναι η χρήση του PV Offset Box της SMA, το οποίο μπορεί να επαναφέρει τα πάνελ στην αρχική τους παραγωγή. Σε περίπτωση όμως που το φαινόμενο προχωρήσει περισσότερο, η κατάσταση γίνεται μη αναστρέψιμη και έτσι δεν μπορεί να διορθωθεί πλήρως η εγκατάσταση. Επίσης σε περίπτωση χαλασμένων πλαισίων, προτείνεται η τοποθέτηση των υγριών πανέλων σε μια συστοιχία και των χαλασμένων σε άλλη, αφού τα χαλασμένα πάνελ επηρεάζουν και ολόκληρη τη συστοιχία, περα από την πτώση της απόδοσης τους.

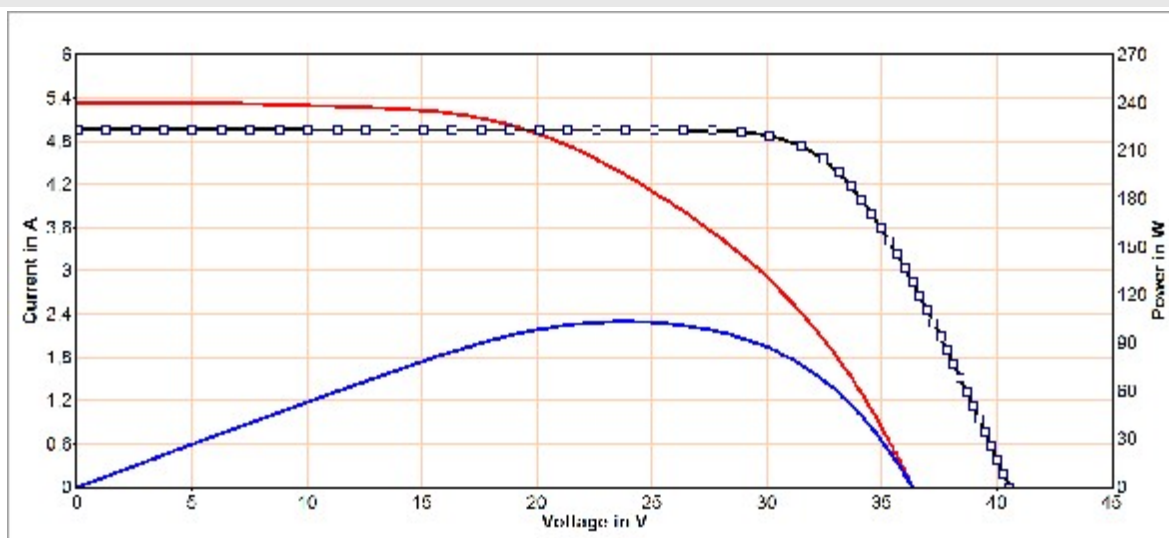
Προτείνεται λοιπόν σε όλους τους ιδιοκτήτες φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων να ελέγχουν την απόδοση των εγκαταστάσεων τους, έτσι ώστε σε περίπτωση που γίνει αντιληπτό το φαινόμενο αυτό, να μπορεί εύκολα να αντιμετωπιστεί, πριν γίνει μη αναστρέψιμη η κατάσταση και καταστραφεί η εγκατάσταση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. «ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ»
Κωνσταντίνος Θ. Δέρβος, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα 2013
2. «ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΗΜΙΑΓΩΓΙΜΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ Φ/Β ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ»
Κωνσταντίνος Θ. Δέρβος, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ , Αθήνα 2011
3. Ελληνικό Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 62446
4. <http://el.wikipedia.org/>
5. <http://el.wikibooks.org/>
6. <http://www.energypress.gr/>
7. <http://www.sma-hellas.com>
8. <http://www.pi-berlin.com>
9. <http://www.solon.com>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 10KW
ΑΥΛΙΔΑ

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	136,0 Wp	190,0 W	-28,4 %
	<i>Ppk max:</i>	142,8 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	129,2 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,77 A	5,22 A	-8,7 %	
	<i>Vpmax0:</i>	28,5 V	36,4 V	-21,6 %	
	<i>I sc0:</i>	5,87 A	5,46 A	7,6 %	
	<i>Voc0:</i>	41,0 V	45,2 V	-9,3 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	103,4 W		
	<i>I pmax:</i>	4,33 A			
	<i>Vpmax:</i>	23,9 V			
	<i>I sc:</i>	5,34 A			
	<i>Voc:</i>	36,3 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	4,6 Ohm	0,7 Ohm	564,1 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-90 W			
	<i>Rp:</i>	311 Ohm	298 Ohm	4,3 %	
	<i>FF:</i>	0,53	0,77	-30,8 %	
	<i>NOCT:</i>	58 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	63,1 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	909 W/m ²			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	58,8 °C			

Additional Informations

File: \...συγκριτικό μετρήσεων\25-52\5.1 140100926522 17-06-2013 11_52_02.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

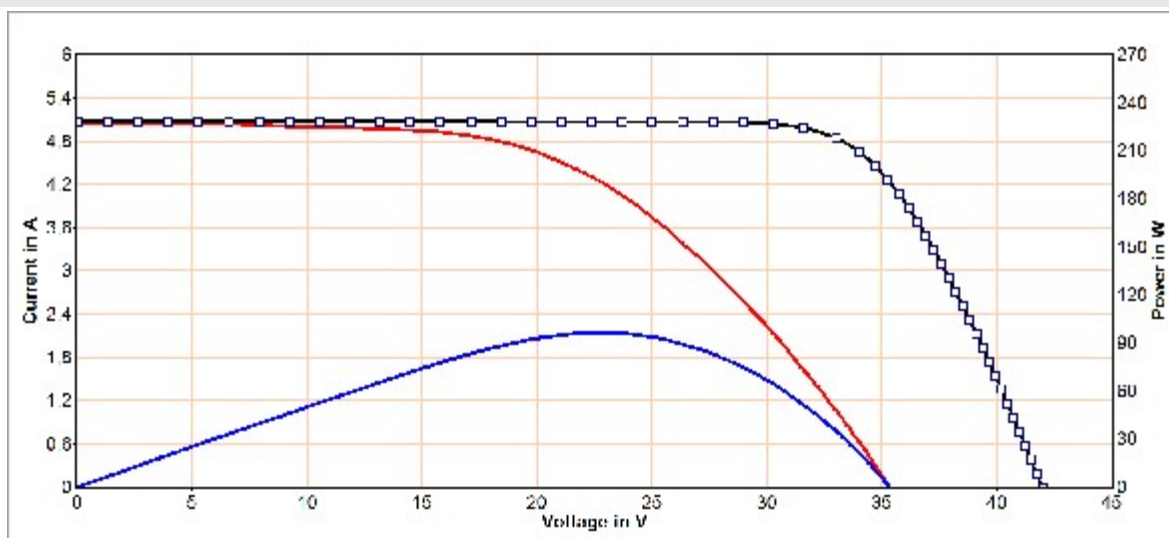
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100926522

Date of measurement: 17.06.2013 11:52:02

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	115,5 Wp	190,0 W	-39,2 %
	<i>Ppk max:</i>	121,2 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	109,7 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,56 A	5,22 A	-12,6 %	
	<i>Vpmax0:</i>	25,3 V	36,4 V	-30,5 %	
	<i>I sc0:</i>	5,43 A	5,46 A	-0,5 %	
	<i>Voc0:</i>	38,0 V	45,2 V	-15,9 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	96,6 W		
	<i>I pmax:</i>	4,24 A			
	<i>Vpmax:</i>	22,8 V			
	<i>I sc:</i>	5,05 A			
	<i>Voc:</i>	35,3 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	3,7 Ohm	0,7 Ohm	426,2 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-62 W			
	<i>Rp:</i>	429 Ohm	298 Ohm	44,0 %	
	<i>FF:</i>	0,54	0,77	-29,7 %	
	<i>NOCT:</i>	46 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	50,3 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	930 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	56,2 °C			

Additional Informations

File: \...\3η επίσκεψη\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\5.1 18-10-2012 12_20_44.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

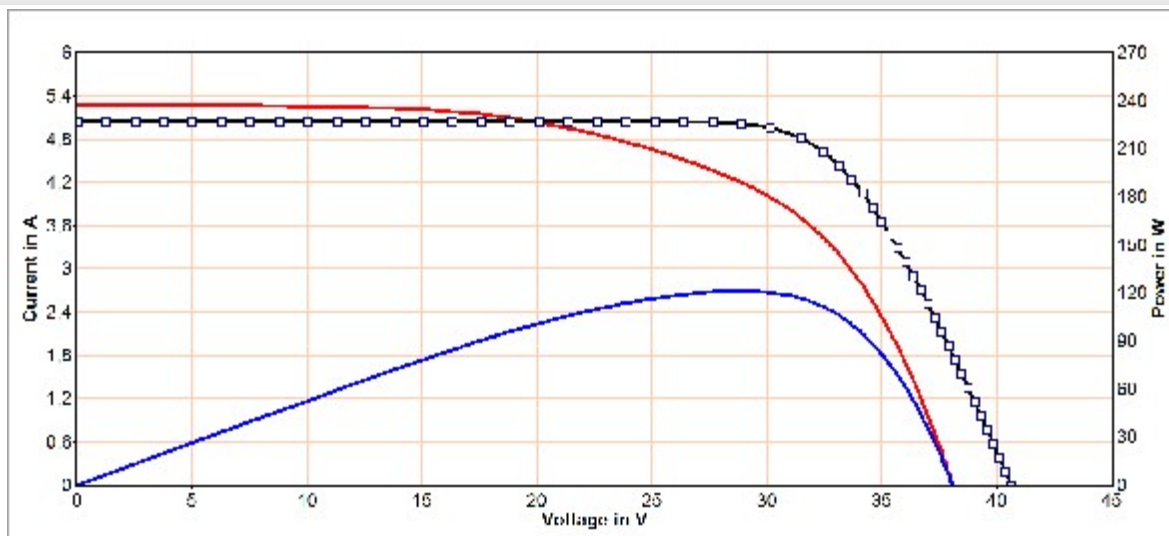
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100926522

Date of measurement: 18.10.2012 12:20:44

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	161,8 Wp	190,0 W	-14,8 %
	<i>Ppk max:</i>	169,9 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	153,7 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,57 A	5,22 A	-12,4 %	
	<i>Vpmax0:</i>	35,4 V	36,4 V	-2,8 %	
	<i>I sc0:</i>	5,71 A	5,46 A	4,7 %	
	<i>Voc0:</i>	44,1 V	45,2 V	-2,4 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	121,6 W		
	<i>I pmax:</i>	4,23 A			
	<i>Vpmax:</i>	28,8 V			
	<i>I sc:</i>	5,28 A			
	<i>Voc:</i>	38,1 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	3,9 Ohm	0,7 Ohm	464,0 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-68 W			
	<i>Rp:</i>	111 Ohm	298 Ohm	-62,7 %	
	<i>FF:</i>	0,60	0,77	-21,5 %	
	<i>NOCT:</i>	57 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	62,6 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	924 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	55,7 °C			

Additional Informations

File: \...\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\5.2 140100987295 17-06-2013 11_12_06.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

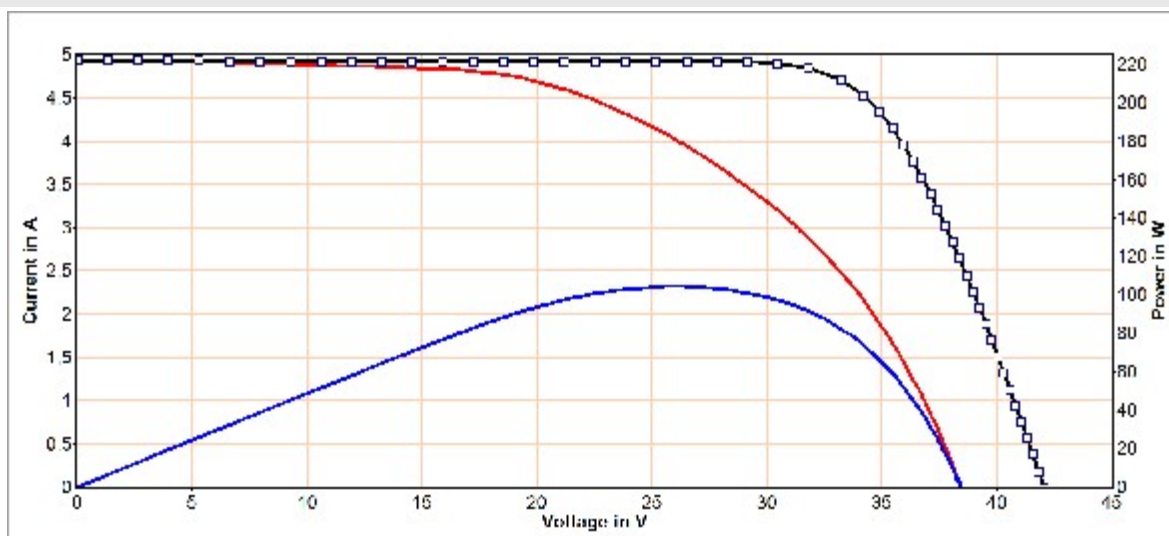
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100987295

Date of measurement: 17.06.2013 11:12:06

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	130,0 Wp	190,0 W	-31,6 %
	<i>Ppk max:</i>	136,5 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	123,5 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,45 A	5,22 A	-14,8 %	
	<i>Vpmax0:</i>	29,2 V	36,4 V	-19,7 %	
	<i>I sc0:</i>	5,45 A	5,46 A	-0,3 %	
	<i>Voc0:</i>	41,8 V	45,2 V	-7,6 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	104,7 W		
	<i>I pmax:</i>	4,02 A			
	<i>Vpmax:</i>	26,1 V			
	<i>I sc:</i>	4,92 A			
	<i>Voc:</i>	38,4 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	5,0 Ohm	0,7 Ohm	608,6 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-84 W			
	<i>Rp:</i>	321 Ohm	298 Ohm	7,9 %	
	<i>FF:</i>	0,55	0,77	-28,1 %	
	<i>NOCT:</i>	46 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	49,2 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	903 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	51,8 °C			

Additional Informations

File: \...\3η επίσκεψη\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\5.2 18-10-2012 11_56_06.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

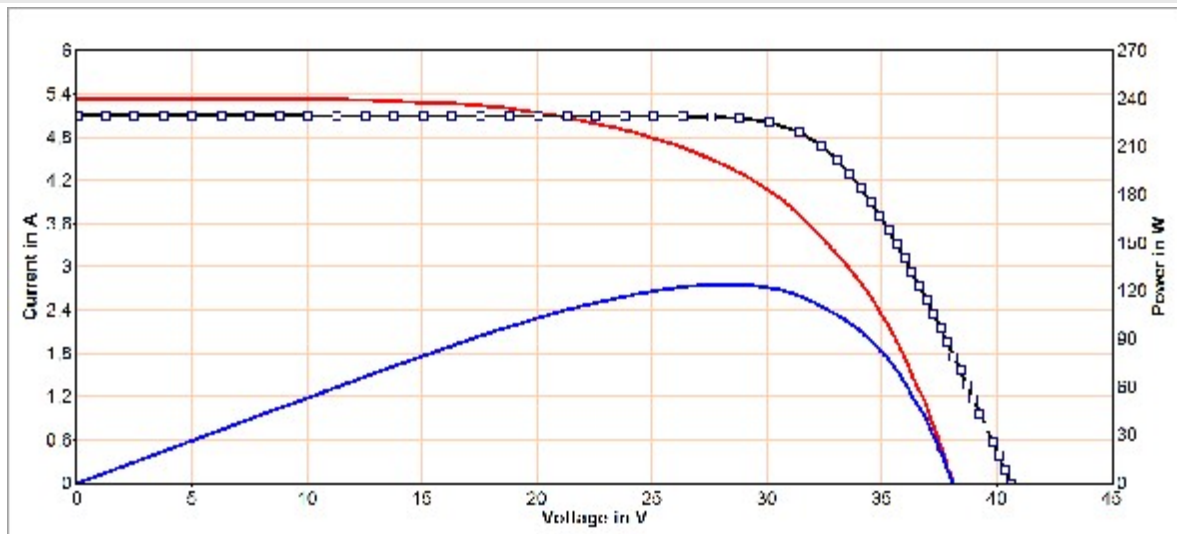
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100987295

Date of measurement: 18.10.2012 11:56:06

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	161,9 Wp	190,0 W	-14,8 %
	<i>Ppk max:</i>	170,0 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	153,8 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,75 A	5,22 A	-9,1 %	
	<i>Vpmax0:</i>	34,1 V	36,4 V	-6,3 %	
	<i>I sc0:</i>	5,72 A	5,46 A	4,7 %	
	<i>Voc0:</i>	43,6 V	45,2 V	-3,5 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	124,4 W		
	<i>I pmax:</i>	4,43 A			
	<i>Vpmax:</i>	28,1 V			
	<i>I sc:</i>	5,34 A			
	<i>Voc:</i>	38,1 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	3,2 Ohm	0,7 Ohm	355,0 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-56 W			
	<i>Rp:</i>	226 Ohm	298 Ohm	-24,1 %	
	<i>FF:</i>	0,61	0,77	-20,6 %	
	<i>NOCT:</i>	57 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	63,0 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	934 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	55,7 °C			

Additional Informations

File: \...\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\5.3 140100987296 17-06-2013 11_13_04.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

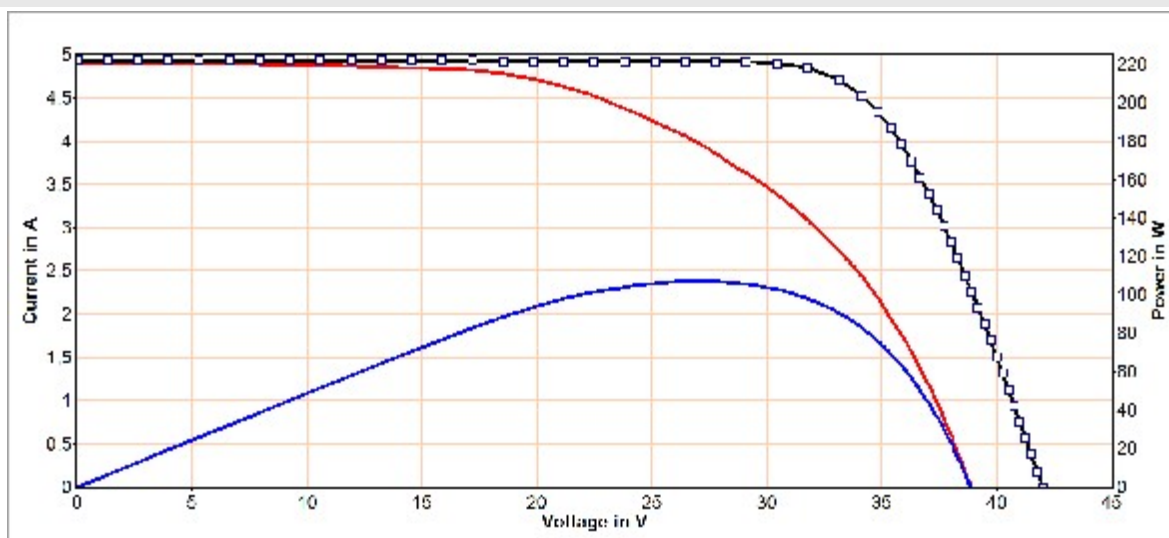
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100987296

Date of measurement: 17.06.2013 11:13:04

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	134,4 Wp	190,0 W	-29,3 %
	<i>Ppk max:</i>	141,1 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	127,7 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,44 A	5,22 A	-14,9 %	
	<i>Vpmax0:</i>	30,2 V	36,4 V	-16,9 %	
	<i>I sc0:</i>	5,43 A	5,46 A	-0,6 %	
	<i>Voc0:</i>	42,4 V	45,2 V	-6,2 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	107,6 W		
	<i>I pmax:</i>	4,01 A			
	<i>Vpmax:</i>	26,8 V			
	<i>I sc:</i>	4,90 A			
	<i>Voc:</i>	38,8 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	4,8 Ohm	0,7 Ohm	586,5 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-81 W			
	<i>Rp:</i>	306 Ohm	298 Ohm	2,8 %	
	<i>FF:</i>	0,56	0,77	-26,7 %	
	<i>NOCT:</i>	46 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	49,7 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	904 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	51,4 °C			

Additional Informations

File: \...\3η επίσκεψη\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\5.3 18-10-2012 11_57_00.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

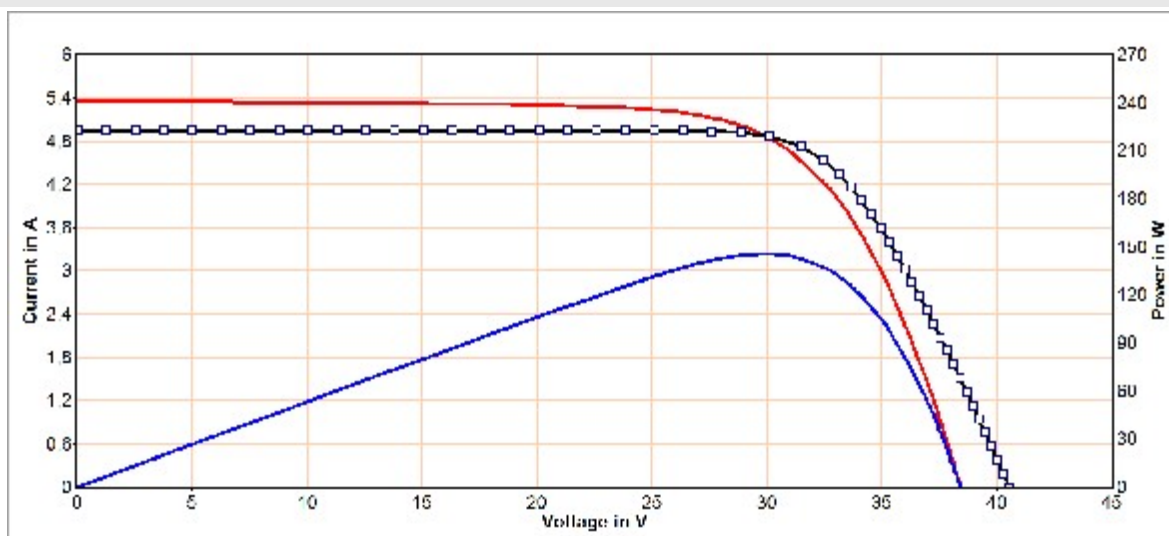
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100987296

Date of measurement: 18.10.2012 11:57:00

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	193,5 Wp	190,0 W	1,8 %
	<i>Ppk max:</i>	203,1 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	183,8 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	5,42 A	5,22 A	3,9 %	
	<i>Vpmax0:</i>	35,7 V	36,4 V	-2,0 %	
	<i>I sc0:</i>	5,90 A	5,46 A	8,1 %	
	<i>Voc0:</i>	43,6 V	45,2 V	-3,4 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	146,2 W		
	<i>I pmax:</i>	4,92 A			
	<i>Vpmax:</i>	29,7 V			
	<i>I sc:</i>	5,35 A			
	<i>Voc:</i>	38,4 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	0,8 Ohm	0,7 Ohm	14,8 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-3 W			
	<i>Rp:</i>	486 Ohm	298 Ohm	63,0 %	
	<i>FF:</i>	0,71	0,77	-7,7 %	
	<i>NOCT:</i>	58 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	63,2 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	907 W/m ²			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	58,2 °C			

Additional Informations

File: \...\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\5.4 140100926558 17-06-2013 11_49_14.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

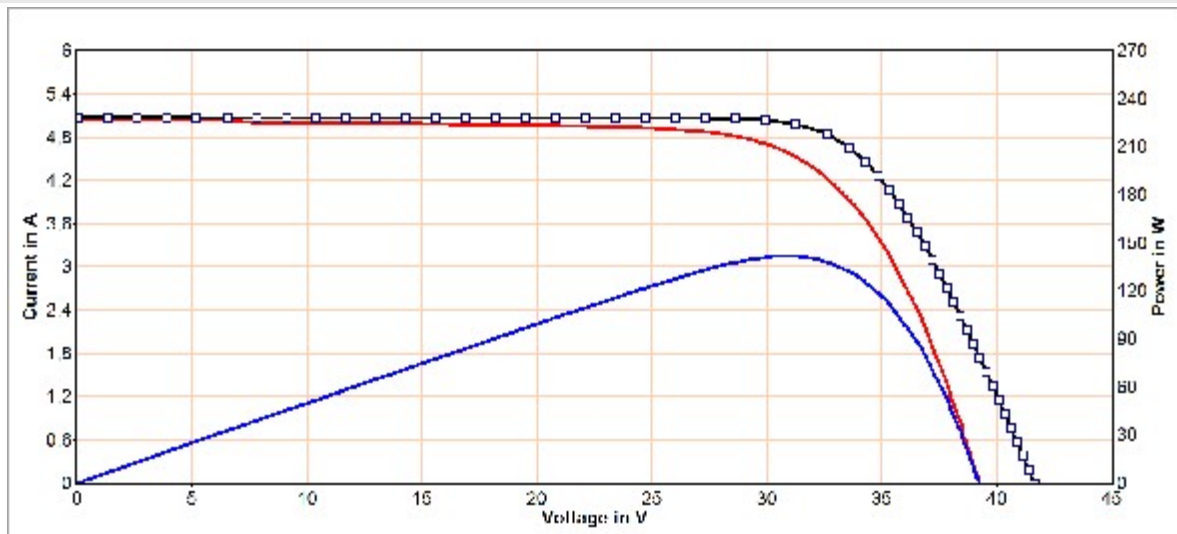
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100929558

Date of measurement: 17.06.2013 11:49:14

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	175,2 Wp	190,0 W	-7,8 %
	<i>Ppk max:</i>	184,0 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	166,4 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,98 A	5,22 A	-4,6 %	
	<i>Vpmax0:</i>	35,2 V	36,4 V	-3,4 %	
	<i>I sc0:</i>	5,44 A	5,46 A	-0,3 %	
	<i>Voc0:</i>	43,2 V	45,2 V	-4,5 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	142,2 W		
	<i>I pmax:</i>	4,63 A			
	<i>Vpmax:</i>	30,7 V			
	<i>I sc:</i>	5,06 A			
	<i>Voc:</i>	39,2 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	0,8 Ohm	0,7 Ohm	18,7 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-3 W			
	<i>Rp:</i>	533 Ohm	298 Ohm	78,8 %	
	<i>FF:</i>	0,72	0,77	-6,9 %	
	<i>NOCT:</i>	49 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	53,5 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	929 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	56,2 °C			

Additional Informations

File: \...\3η επίσκεψη\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\5.4 18-10-2012 12_28_50.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

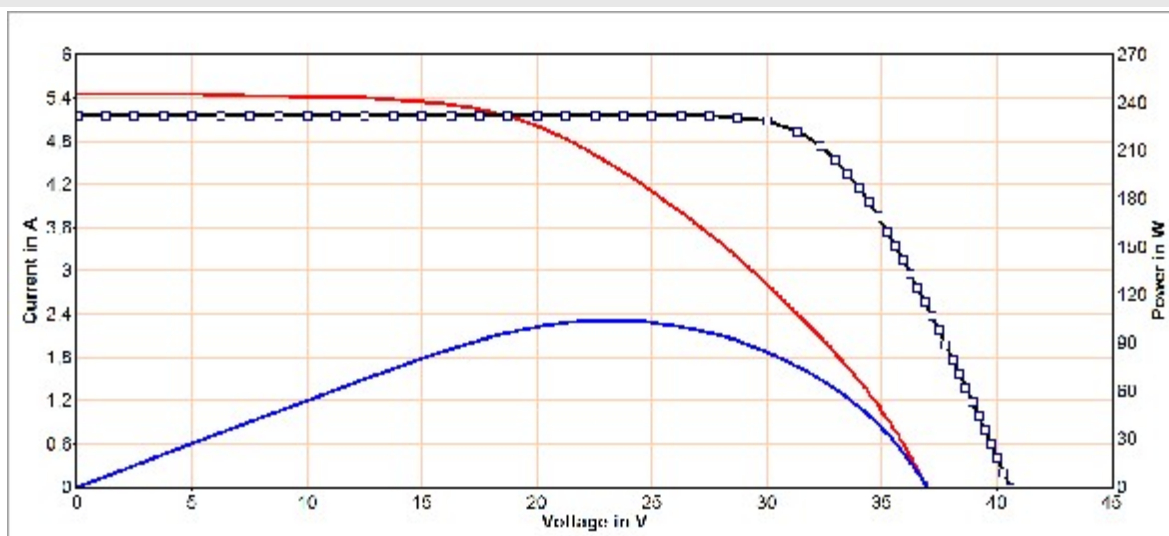
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100926558

Date of measurement: 18.10.2012 12:28:50

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	131,3 Wp	190,0 W	-30,9 %
	<i>Ppk max:</i>	137,9 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	124,7 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,75 A	5,22 A	-9,1 %	
	<i>Vpmax0:</i>	27,7 V	36,4 V	-24,0 %	
	<i>I sc0:</i>	5,76 A	5,46 A	5,5 %	
	<i>Voc0:</i>	41,3 V	45,2 V	-8,7 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	104,2 W		
	<i>I pmax:</i>	4,49 A			
	<i>Vpmax:</i>	23,2 V			
	<i>I sc:</i>	5,45 A			
	<i>Voc:</i>	37,0 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	4,1 Ohm	0,7 Ohm	490,8 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-77 W			
	<i>Rp:</i>	409 Ohm	298 Ohm	37,3 %	
	<i>FF:</i>	0,52	0,77	-32,8 %	
	<i>NOCT:</i>	57 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	63,5 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	946 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	56,4 °C			

Additional Informations

File: \...\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\5.5 140100926737 17-06-2013 11_20_44.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

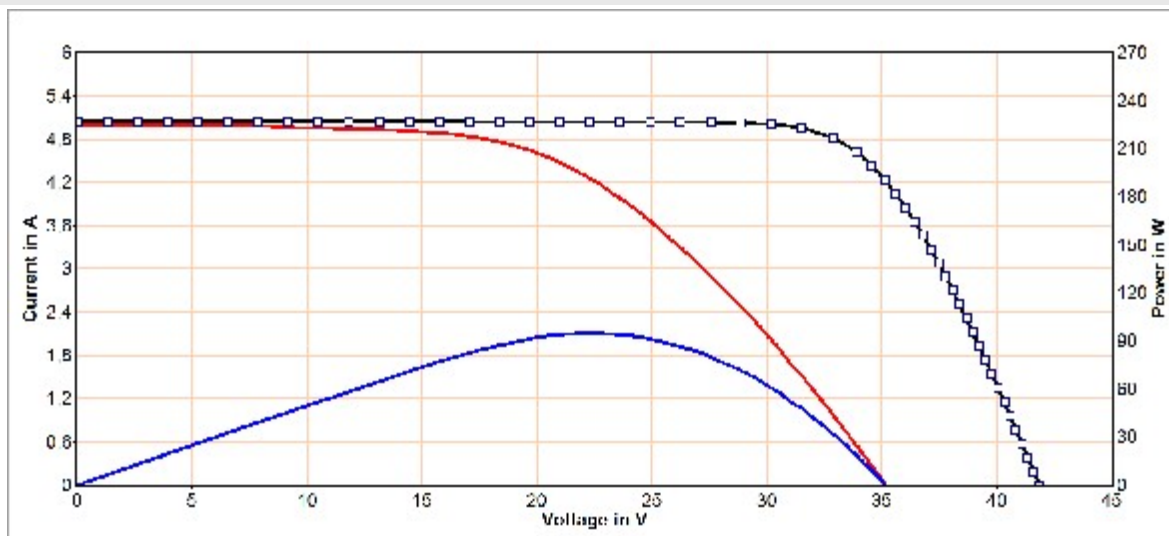
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100926737

Date of measurement: 17.06.2013 11:20:44

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	114,4 Wp	190,0 W	-39,8 %
	<i>Ppk max:</i>	120,1 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	108,7 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,62 A	5,22 A	-11,5 %	
	<i>Vpmax0:</i>	24,8 V	36,4 V	-32,0 %	
	<i>I sc0:</i>	5,41 A	5,46 A	-0,9 %	
	<i>Voc0:</i>	37,8 V	45,2 V	-16,4 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	95,2 W		
	<i>I pmax:</i>	4,27 A			
	<i>Vpmax:</i>	22,3 V			
	<i>I sc:</i>	5,00 A			
	<i>Voc:</i>	35,1 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	3,3 Ohm	0,7 Ohm	372,5 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-55 W			
	<i>Rp:</i>	481 Ohm	298 Ohm	61,4 %	
	<i>FF:</i>	0,54	0,77	-29,6 %	
	<i>NOCT:</i>	47 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	51,4 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	924 W/m ²			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	55,4 °C			

Additional Informations

File: \...\3η επίσκεψη\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\5.5 18-10-2012 12_13_10.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

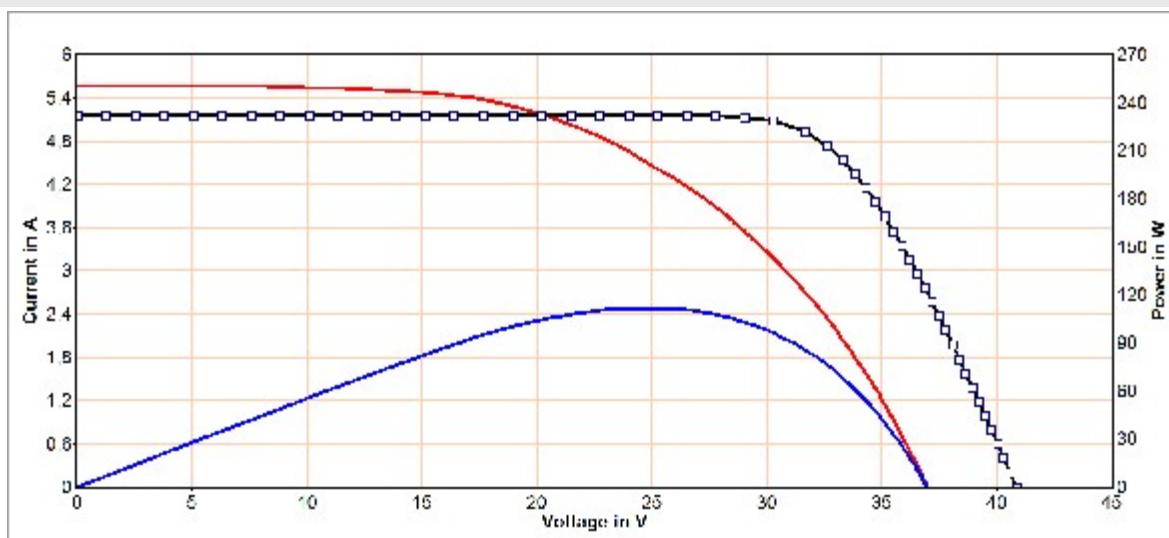
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100926737

Date of measurement: 18.10.2012 12:13:10

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	140,6 Wp	190,0 W	-26,0 %
	<i>Ppk max:</i>	147,7 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	133,6 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,79 A	5,22 A	-8,3 %	
	<i>Vpmax0:</i>	29,4 V	36,4 V	-19,3 %	
	<i>I sc0:</i>	5,88 A	5,46 A	7,8 %	
	<i>Voc0:</i>	41,4 V	45,2 V	-8,4 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	112,0 W		
	<i>I pmax:</i>	4,53 A			
	<i>Vpmax:</i>	24,7 V			
	<i>I sc:</i>	5,57 A			
	<i>Voc:</i>	37,0 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	4,4 Ohm	0,7 Ohm	529,2 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-85 W			
	<i>Rp:</i>	283 Ohm	298 Ohm	-5,1 %	
	<i>FF:</i>	0,54	0,77	-29,3 %	
	<i>NOCT:</i>	55 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	61,0 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	946 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	55,7 °C			

Additional Informations

File: \...\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\5.6 140100926800 17-06-2013 11_29_44.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

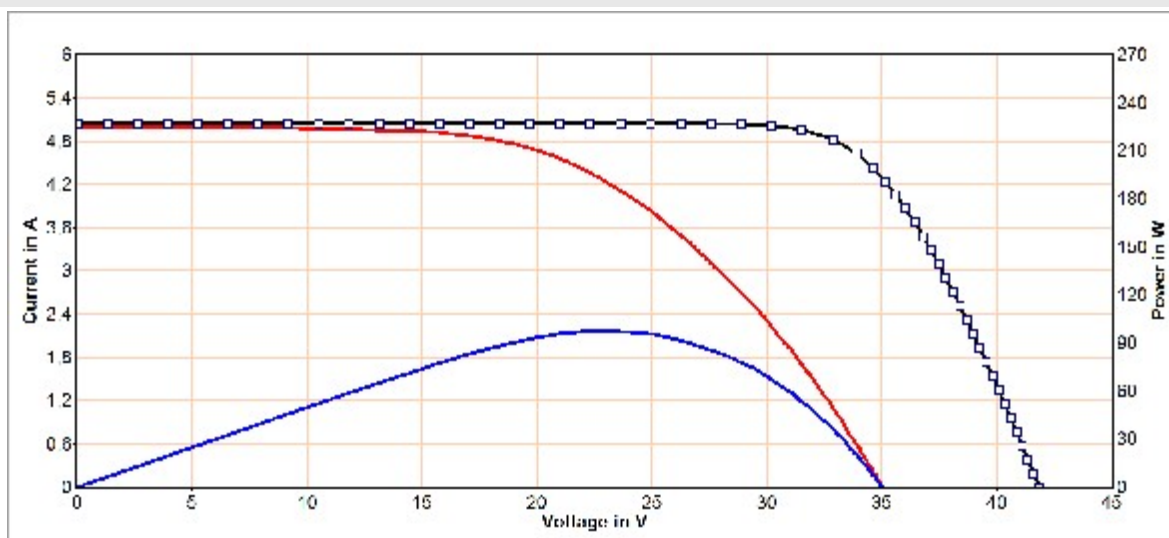
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100926800

Date of measurement: 17.06.2013 11:29:44

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	117,9 Wp	190,0 W	-37,9 %
	<i>Ppk max:</i>	123,8 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	112,0 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,61 A	5,22 A	-11,8 %	
	<i>Vpmax0:</i>	25,6 V	36,4 V	-29,7 %	
	<i>I sc0:</i>	5,40 A	5,46 A	-1,0 %	
	<i>Voc0:</i>	37,8 V	45,2 V	-16,3 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	97,7 W		
	<i>I pmax:</i>	4,26 A			
	<i>Vpmax:</i>	22,9 V			
	<i>I sc:</i>	5,00 A			
	<i>Voc:</i>	35,0 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	3,2 Ohm	0,7 Ohm	364,2 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-54 W			
	<i>Rp:</i>	444 Ohm	298 Ohm	49,0 %	
	<i>FF:</i>	0,56	0,77	-27,5 %	
	<i>NOCT:</i>	47 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	51,2 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	925 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	55,6 °C			

Additional Informations

File: \...\3η επίσκεψη\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\5.6 18-10-2012 12_13_56.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

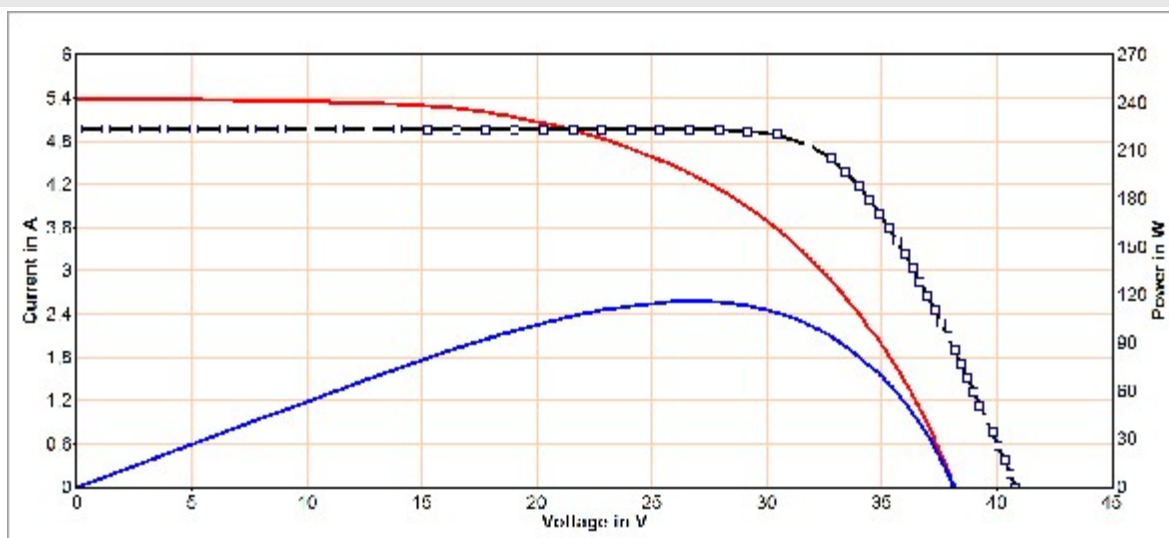
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100926800

Date of measurement: 18.10.2012 12:13:56

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		Measurm.:	Nominal:	Deviation:	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	153,2 Wp	190,0 W	-19,4 %
	<i>Ppk max:</i>	160,9 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	145,5 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,74 A	5,22 A	-9,2 %	
	<i>Vpmax0:</i>	32,3 V	36,4 V	-11,2 %	
	<i>I sc0:</i>	5,91 A	5,46 A	8,2 %	
	<i>Voc0:</i>	43,3 V	45,2 V	-4,1 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	116,0 W		
	<i>I pmax:</i>	4,31 A			
	<i>Vpmax:</i>	26,9 V			
	<i>I sc:</i>	5,38 A			
	<i>Voc:</i>	38,1 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	4,8 Ohm	0,7 Ohm	579,9 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-91 W			
	<i>Rp:</i>	186 Ohm	298 Ohm	-37,7 %	
	<i>FF:</i>	0,57	0,77	-26,6 %	
	<i>NOCT:</i>	55 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	60,3 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	910 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	57,3 °C			

Additional Informations

File: \...\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\5.7 140100926823 17-06-2013 11_45_44.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

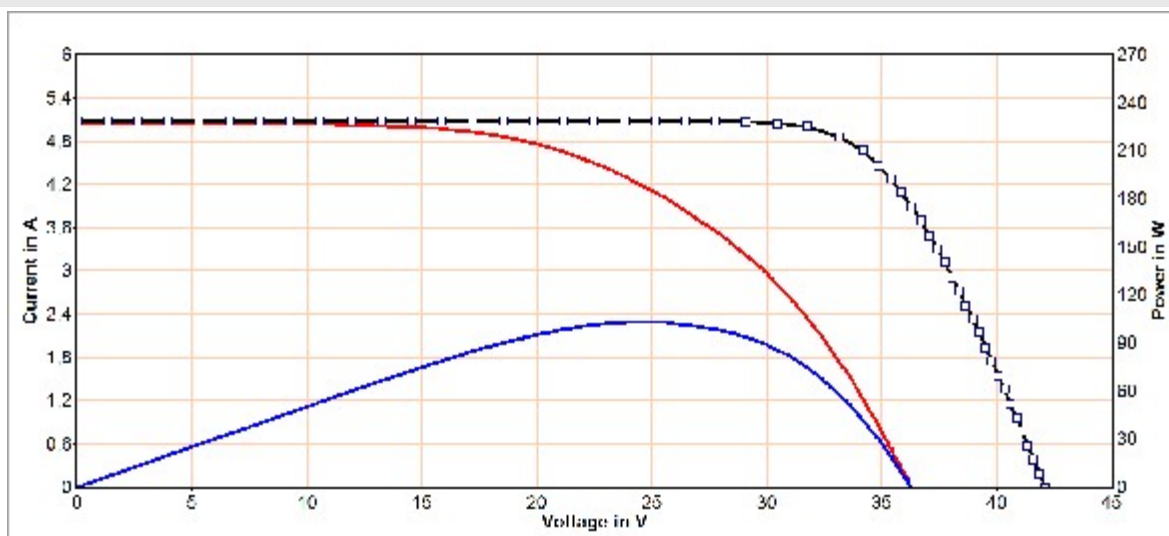
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100926823

Date of measurement: 17.06.2013 11:45:44

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	124,0 Wp	190,0 W	-34,7 %
	<i>Ppk max:</i>	130,2 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	117,8 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,48 A	5,22 A	-14,2 %	
	<i>Vpmax0:</i>	27,7 V	36,4 V	-23,9 %	
	<i>I sc0:</i>	5,43 A	5,46 A	-0,6 %	
	<i>Voc0:</i>	39,3 V	45,2 V	-13,1 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	103,1 W		
	<i>I pmax:</i>	4,17 A			
	<i>Vpmax:</i>	24,7 V			
	<i>I sc:</i>	5,06 A			
	<i>Voc:</i>	36,3 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	4,2 Ohm	0,7 Ohm	497,7 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-70 W			
	<i>Rp:</i>	315 Ohm	298 Ohm	5,8 %	
	<i>FF:</i>	0,56	0,77	-27,0 %	
	<i>NOCT:</i>	45 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	49,2 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	931 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	54,6 °C			

Additional Informations

File: \...\3η επίσκεψη\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\5.7 18-10-2012 12_40_50.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

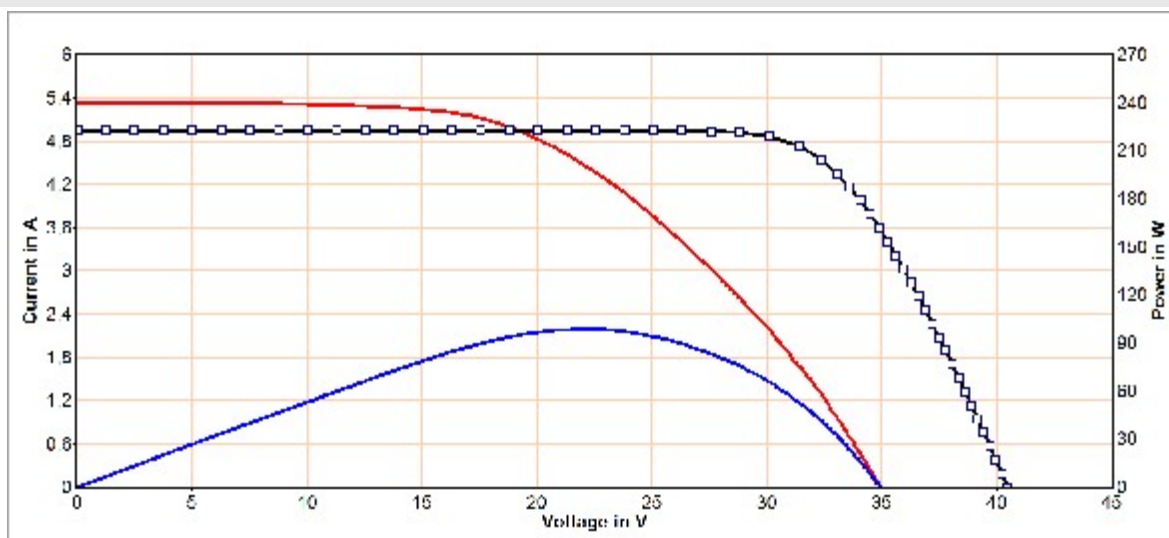
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100926823

Date of measurement: 18.10.2012 12:40:50

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	128,2 Wp	190,0 W	-32,5 %
	<i>Ppk max:</i>	134,6 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	121,7 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,92 A	5,22 A	-5,7 %	
	<i>Vpmax0:</i>	26,0 V	36,4 V	-28,5 %	
	<i>I sc0:</i>	5,89 A	5,46 A	7,8 %	
	<i>Voc0:</i>	39,0 V	45,2 V	-13,6 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	98,5 W		
	<i>I pmax:</i>	4,46 A			
	<i>Vpmax:</i>	22,1 V			
	<i>I sc:</i>	5,34 A			
	<i>Voc:</i>	35,0 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	3,6 Ohm	0,7 Ohm	413,2 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-70 W			
	<i>Rp:</i>	416 Ohm	298 Ohm	39,8 %	
	<i>FF:</i>	0,53	0,77	-31,4 %	
	<i>NOCT:</i>	58 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	63,6 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	907 W/m ²			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	58,6 °C			

Additional Informations

File: \...\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\6.1 140100926521 17-06-2013 11_53_22.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

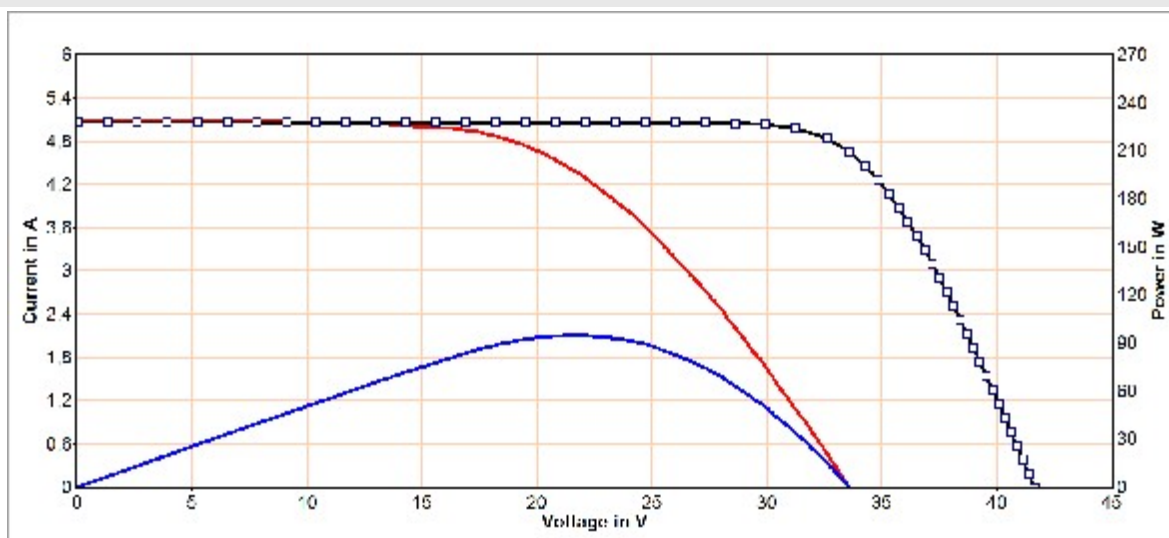
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100926521

Date of measurement: 17.06.2013 11:53:22

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	115,2 Wp	190,0 W	-39,4 %
	<i>Ppk max:</i>	120,9 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	109,4 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,73 A	5,22 A	-9,5 %	
	<i>Vpmax0:</i>	24,4 V	36,4 V	-33,0 %	
	<i>I sc0:</i>	5,48 A	5,46 A	0,4 %	
	<i>Voc0:</i>	36,4 V	45,2 V	-19,6 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	95,0 W		
	<i>I pmax:</i>	4,38 A			
	<i>Vpmax:</i>	21,7 V			
	<i>I sc:</i>	5,09 A			
	<i>Voc:</i>	33,6 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	2,8 Ohm	0,7 Ohm	304,9 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-48 W			
	<i>Rp:</i>	454 Ohm	298 Ohm	52,4 %	
	<i>FF:</i>	0,56	0,77	-27,7 %	
	<i>NOCT:</i>	49 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	53,4 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	928 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	56,6 °C			

Additional Informations

File: \...\3η επίσκεψη\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\6.1 18-10-2012 12_26_18.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

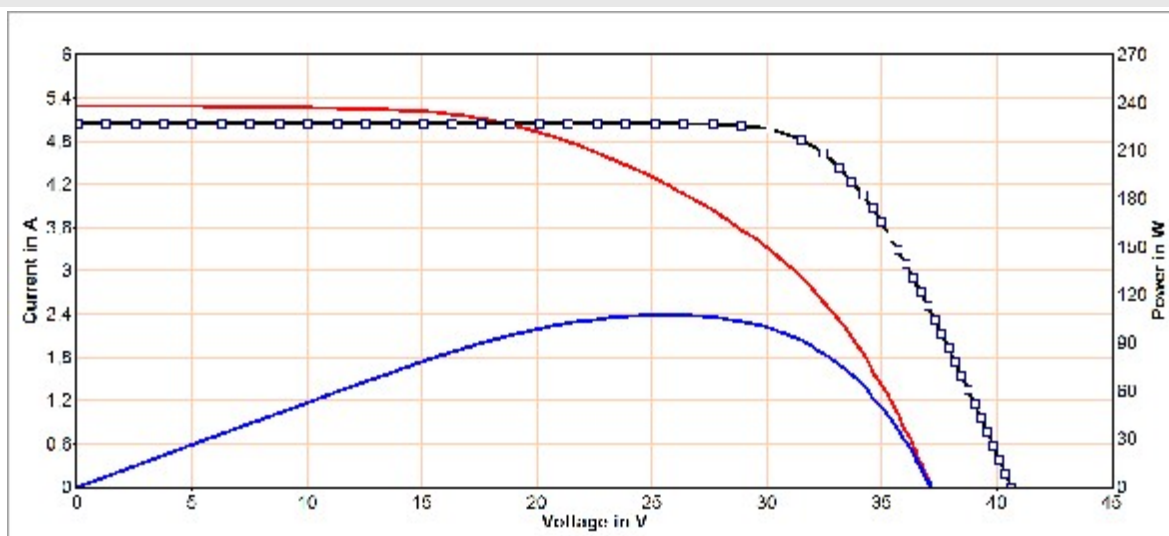
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100926521

Date of measurement: 18.10.2012 12:26:18

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	140,8 Wp	190,0 W	-25,9 %
	<i>Ppk max:</i>	147,8 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	133,7 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,57 A	5,22 A	-12,4 %	
	<i>Vpmax0:</i>	30,8 V	36,4 V	-15,4 %	
	<i>I sc0:</i>	5,72 A	5,46 A	4,8 %	
	<i>Voc0:</i>	42,2 V	45,2 V	-6,6 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	107,8 W		
	<i>I pmax:</i>	4,23 A			
	<i>Vpmax:</i>	25,5 V			
	<i>I sc:</i>	5,29 A			
	<i>Voc:</i>	37,1 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	5,1 Ohm	0,7 Ohm	623,9 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-91 W			
	<i>Rp:</i>	210 Ohm	298 Ohm	-29,6 %	
	<i>FF:</i>	0,55	0,77	-28,8 %	
	<i>NOCT:</i>	57 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	62,6 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	925 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	56,0 °C			

Additional Informations

File: \...\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\6.2 140100987177 17-06-2013 11_11_20.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

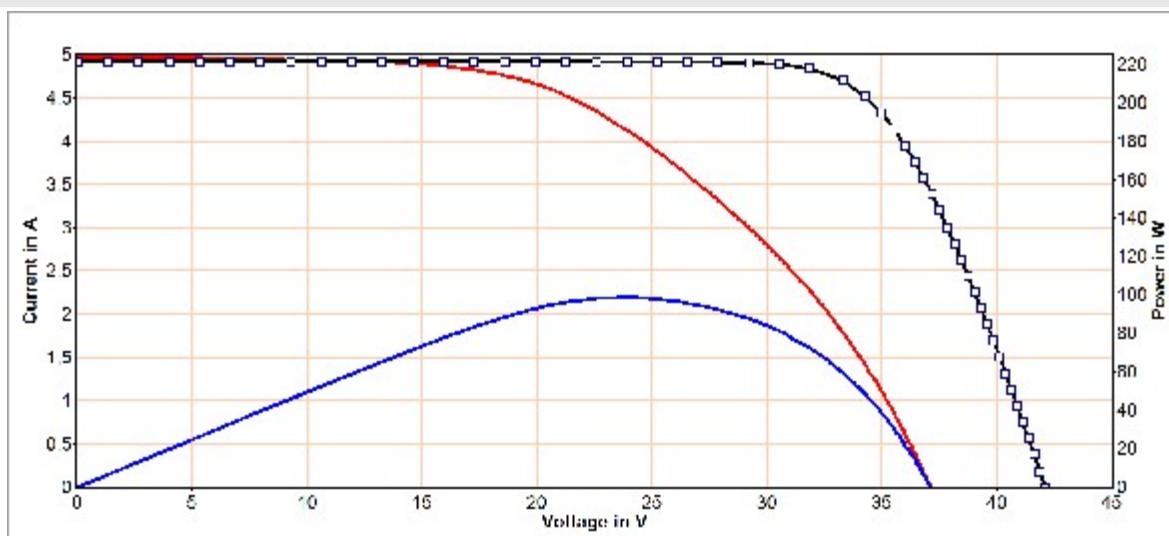
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100987177

Date of measurement: 17.06.2013 11:11:20

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	120,2 Wp	190,0 W	-36,7 %
	<i>Ppk max:</i>	126,3 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	114,2 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,60 A	5,22 A	-11,9 %	
	<i>Vpmax0:</i>	26,1 V	36,4 V	-28,2 %	
	<i>I sc0:</i>	5,51 A	5,46 A	0,9 %	
	<i>Voc0:</i>	39,8 V	45,2 V	-12,0 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	98,9 W		
	<i>I pmax:</i>	4,14 A			
	<i>Vpmax:</i>	23,9 V			
	<i>I sc:</i>	4,96 A			
	<i>Voc:</i>	37,1 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	4,1 Ohm	0,7 Ohm	490,2 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-72 W			
	<i>Rp:</i>	448 Ohm	298 Ohm	50,5 %	
	<i>FF:</i>	0,54	0,77	-30,3 %	
	<i>NOCT:</i>	45 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	48,7 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	901 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	51,9 °C			

Additional Informations

File: \...\3η επίσκεψη\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\6.2 18-10-2012 11_55_20.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

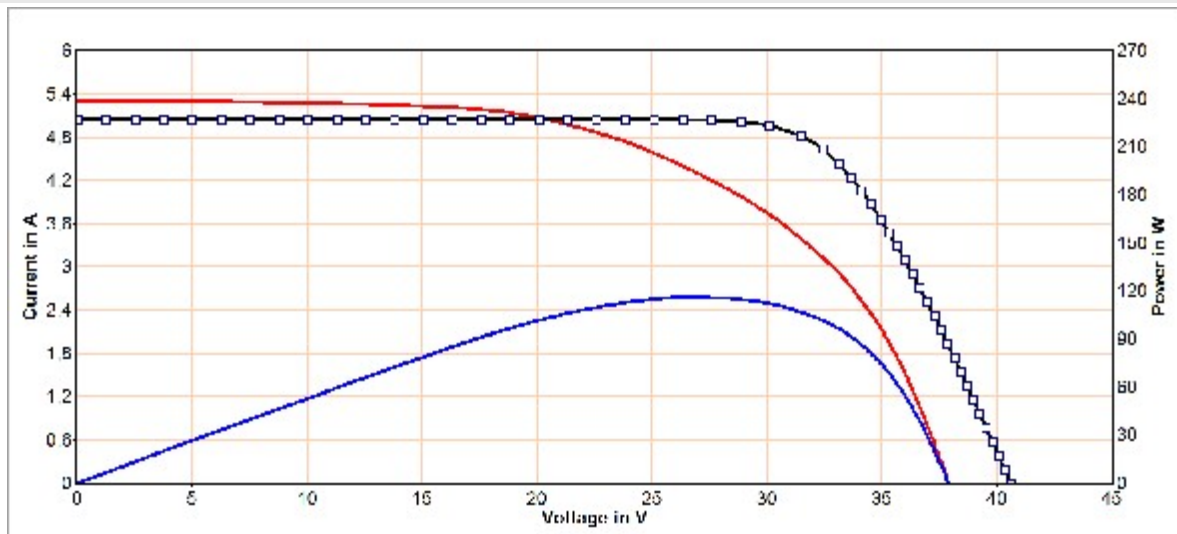
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100987177

Date of measurement: 18.10.2012 11:55:20

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	152,8 Wp	190,0 W	-19,6 %
	<i>Ppk max:</i>	160,5 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	145,2 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,62 A	5,22 A	-11,5 %	
	<i>Vpmax0:</i>	33,1 V	36,4 V	-9,2 %	
	<i>I sc0:</i>	5,74 A	5,46 A	5,1 %	
	<i>Voc0:</i>	43,4 V	45,2 V	-3,9 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	116,1 W		
	<i>I pmax:</i>	4,27 A			
	<i>Vpmax:</i>	27,2 V			
	<i>I sc:</i>	5,31 A			
	<i>Voc:</i>	37,9 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	4,5 Ohm	0,7 Ohm	542,1 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-81 W			
	<i>Rp:</i>	177 Ohm	298 Ohm	-40,5 %	
	<i>FF:</i>	0,58	0,77	-25,1 %	
	<i>NOCT:</i>	57 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	62,9 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	925 W/m ²			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	55,8 °C			

Additional Informations

File: \...\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\6.3 140100926646 17-06-2013 11_13_42.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

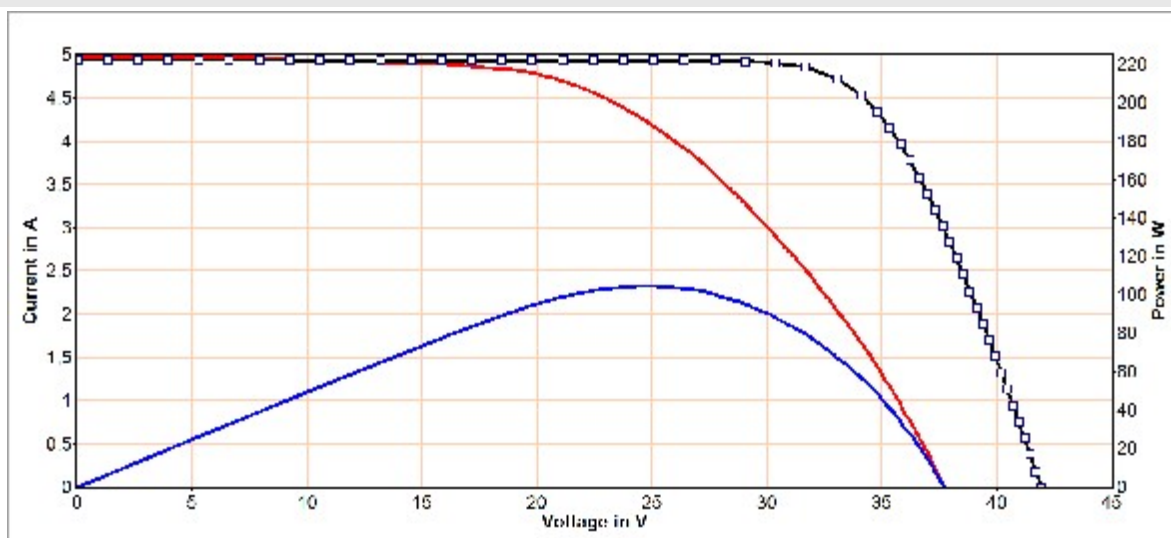
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100926646

Date of measurement: 17.06.2013 11:13:42

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	128,4 Wp	190,0 W	-32,4 %
	<i>Ppk max:</i>	134,8 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	122,0 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,68 A	5,22 A	-10,4 %	
	<i>Vpmax0:</i>	27,5 V	36,4 V	-24,5 %	
	<i>I sc0:</i>	5,50 A	5,46 A	0,7 %	
	<i>Voc0:</i>	40,6 V	45,2 V	-10,1 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	104,9 W		
	<i>I pmax:</i>	4,23 A			
	<i>Vpmax:</i>	24,8 V			
	<i>I sc:</i>	4,97 A			
	<i>Voc:</i>	37,7 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	3,6 Ohm	0,7 Ohm	408,2 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-62 W			
	<i>Rp:</i>	469 Ohm	298 Ohm	57,7 %	
	<i>FF:</i>	0,56	0,77	-27,3 %	
	<i>NOCT:</i>	47 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	50,1 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	905 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	51,4 °C			

Additional Informations

File: \...\3η επίσκεψη\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\6.3 18-10-2012 11_57_50.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

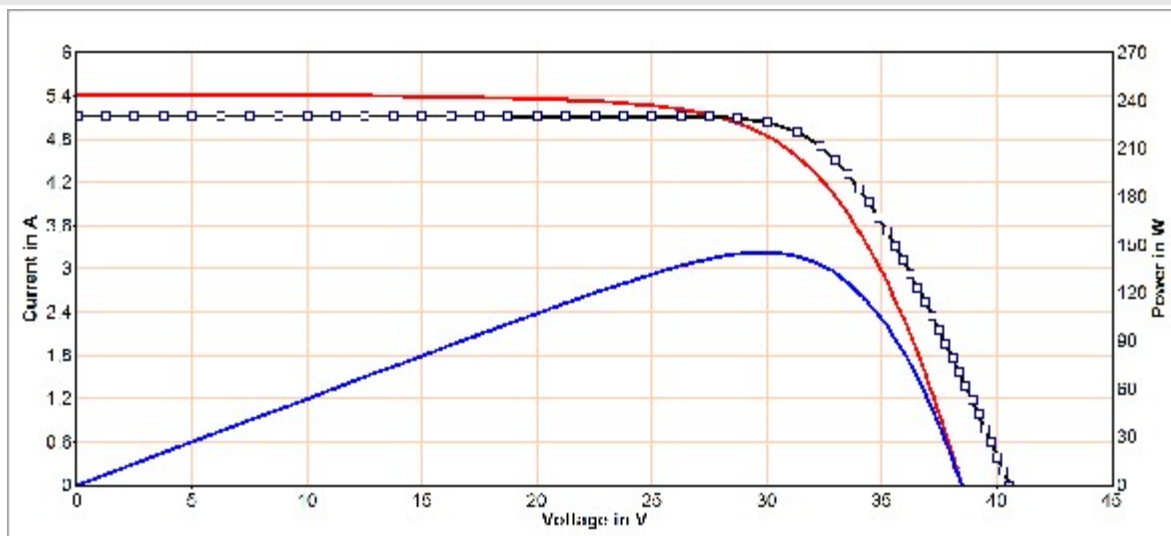
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100926646

Date of measurement: 18.10.2012 11:57:50

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	187,4 Wp	190,0 W	-1,4 %
	<i>Ppk max:</i>	196,7 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	178,0 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	5,23 A	5,22 A	0,2 %	
	<i>Vpmax0:</i>	35,8 V	36,4 V	-1,6 %	
	<i>I sc0:</i>	5,77 A	5,46 A	5,7 %	
	<i>Voc0:</i>	43,8 V	45,2 V	-3,1 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	145,7 W		
	<i>I pmax:</i>	4,91 A			
	<i>Vpmax:</i>	29,7 V			
	<i>I sc:</i>	5,41 A			
	<i>Voc:</i>	38,5 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	0,8 Ohm	0,7 Ohm	19,3 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-4 W			
	<i>Rp:</i>	469 Ohm	298 Ohm	57,6 %	
	<i>FF:</i>	0,70	0,77	-9,2 %	
	<i>NOCT:</i>	57 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	63,6 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	938 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	55,8 °C			

Additional Informations

File: \...\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\6.4 140100987286 17-06-2013 11_18_58.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

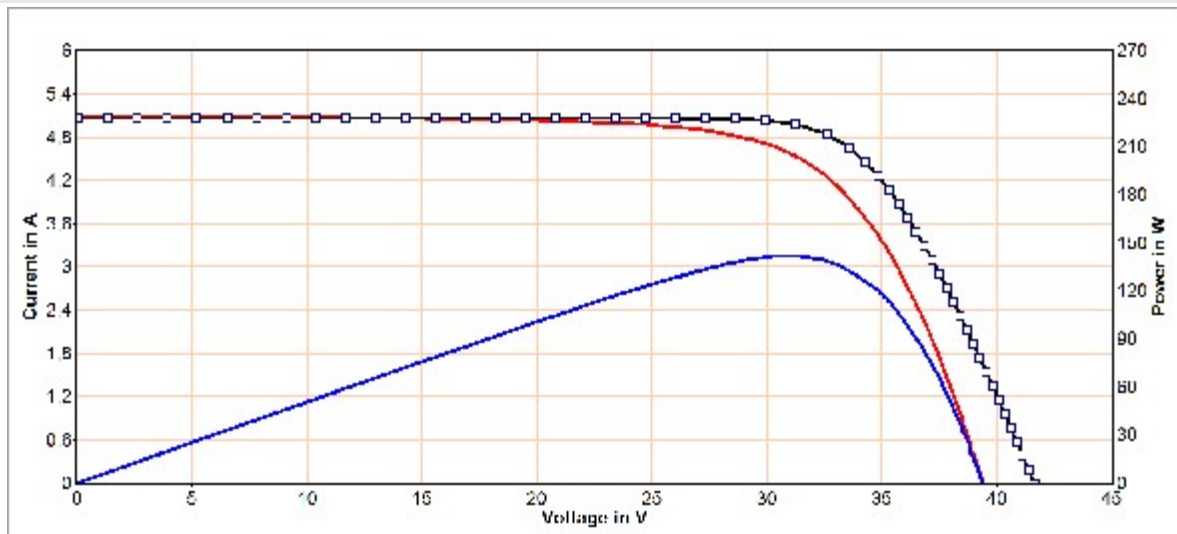
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100987286

Date of measurement: 17.06.2013 11:18:58

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	175,4 Wp	190,0 W	-7,7 %
	<i>Ppk max:</i>	184,2 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	166,7 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,96 A	5,22 A	-4,9 %	
	<i>Vpmax0:</i>	35,3 V	36,4 V	-2,9 %	
	<i>I sc0:</i>	5,48 A	5,46 A	0,3 %	
	<i>Voc0:</i>	43,4 V	45,2 V	-3,9 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	141,9 W		
	<i>I pmax:</i>	4,61 A			
	<i>Vpmax:</i>	30,8 V			
	<i>I sc:</i>	5,09 A			
	<i>Voc:</i>	39,4 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	0,9 Ohm	0,7 Ohm	23,3 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-4 W			
	<i>Rp:</i>	500 Ohm	298 Ohm	67,8 %	
	<i>FF:</i>	0,71	0,77	-8,0 %	
	<i>NOCT:</i>	49 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	53,5 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	928 W/m ²			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	56,5 °C			

Additional Informations

File: \...\3η επίσκεψη\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\6.4 18-10-2012 12_30_14.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

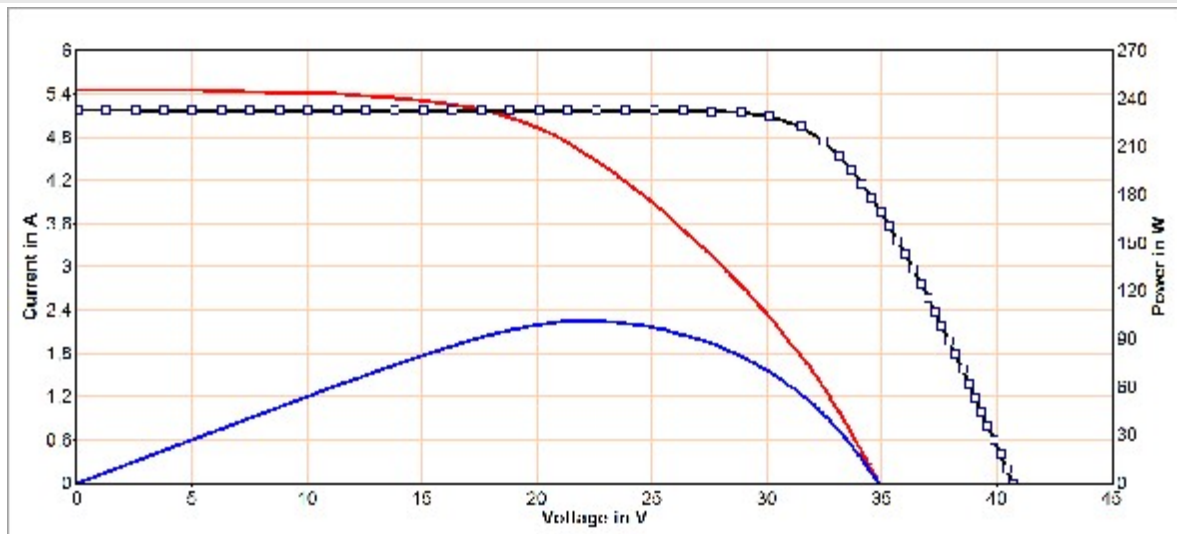
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100987286

Date of measurement: 18.10.2012 12:30:14

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	126,7 Wp	190,0 W	-33,3 %
	<i>Ppk max:</i>	133,0 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	120,3 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,82 A	5,22 A	-7,7 %	
	<i>Vpmax0:</i>	26,3 V	36,4 V	-27,8 %	
	<i>I sc0:</i>	5,75 A	5,46 A	5,3 %	
	<i>Voc0:</i>	38,8 V	45,2 V	-14,2 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	101,3 W		
	<i>I pmax:</i>	4,57 A			
	<i>Vpmax:</i>	22,2 V			
	<i>I sc:</i>	5,45 A			
	<i>Voc:</i>	34,9 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	3,4 Ohm	0,7 Ohm	392,3 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-64 W			
	<i>Rp:</i>	402 Ohm	298 Ohm	35,0 %	
	<i>FF:</i>	0,53	0,77	-30,7 %	
	<i>NOCT:</i>	56 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	62,4 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	948 W/m ²			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	54,9 °C			

Additional Informations

File: \...\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\6.5 140100987289 17-06-2013 11_22_08.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

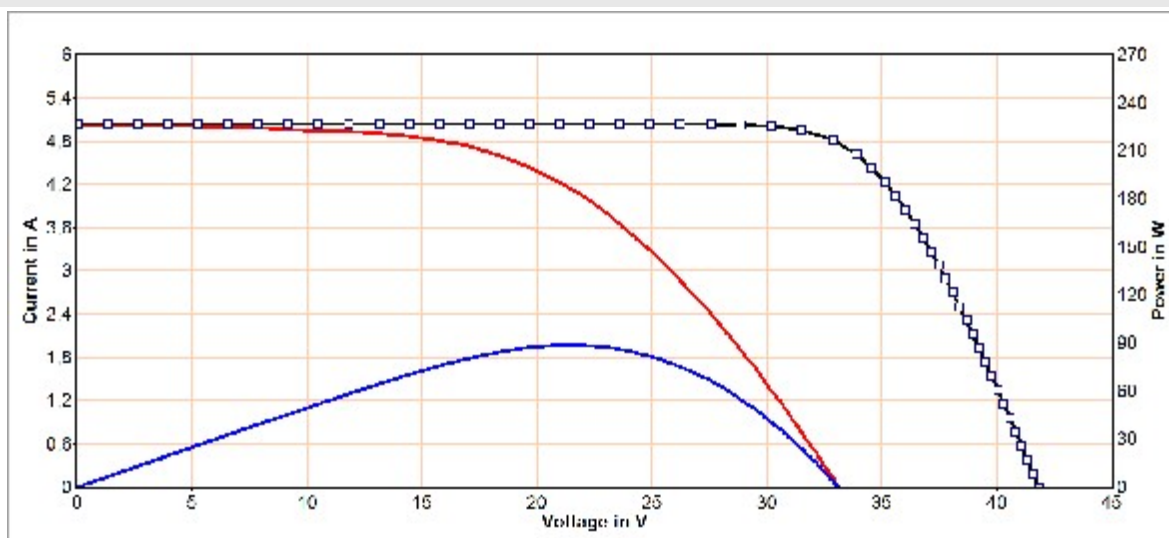
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100987289

Date of measurement: 17.06.2013 11:22:08

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	107,9 Wp	190,0 W	-43,2 %
	<i>Ppk max:</i>	113,3 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	102,5 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,49 A	5,22 A	-14,0 %	
	<i>Vpmax0:</i>	24,0 V	36,4 V	-34,0 %	
	<i>I sc0:</i>	5,43 A	5,46 A	-0,5 %	
	<i>Voc0:</i>	35,9 V	45,2 V	-20,7 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	88,9 W		
	<i>I pmax:</i>	4,15 A			
	<i>Vpmax:</i>	21,5 V			
	<i>I sc:</i>	5,01 A			
	<i>Voc:</i>	33,1 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	3,9 Ohm	0,7 Ohm	461,9 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-65 W			
	<i>Rp:</i>	366 Ohm	298 Ohm	22,8 %	
	<i>FF:</i>	0,54	0,77	-30,4 %	
	<i>NOCT:</i>	47 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	51,4 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	923 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	55,4 °C			

Additional Informations

File: \...\3η επίσκεψη\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\6.5 18-10-2012 12_12_38.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

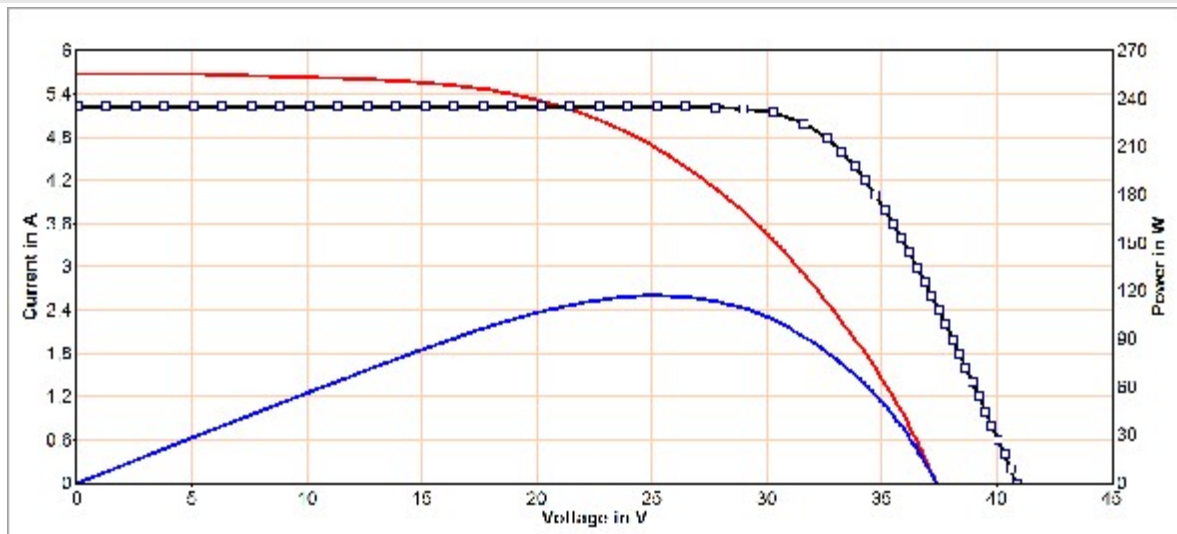
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100987289

Date of measurement: 18.10.2012 12:12:38

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	145,5 Wp	190,0 W	-23,4 %
	<i>Ppk max:</i>	152,7 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	138,2 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,86 A	5,22 A	-6,9 %	
	<i>Vpmax0:</i>	29,9 V	36,4 V	-17,8 %	
	<i>I sc0:</i>	5,92 A	5,46 A	8,4 %	
	<i>Voc0:</i>	41,8 V	45,2 V	-7,5 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	117,2 W		
	<i>I pmax:</i>	4,66 A			
	<i>Vpmax:</i>	25,2 V			
	<i>I sc:</i>	5,67 A			
	<i>Voc:</i>	37,4 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	4,0 Ohm	0,7 Ohm	476,7 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-79 W			
	<i>Rp:</i>	293 Ohm	298 Ohm	-1,5 %	
	<i>FF:</i>	0,55	0,77	-28,1 %	
	<i>NOCT:</i>	54 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	61,0 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	958 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	55,5 °C			

Additional Informations

File: \...\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\6.6 140100987303 17-06-2013 11_28_56.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

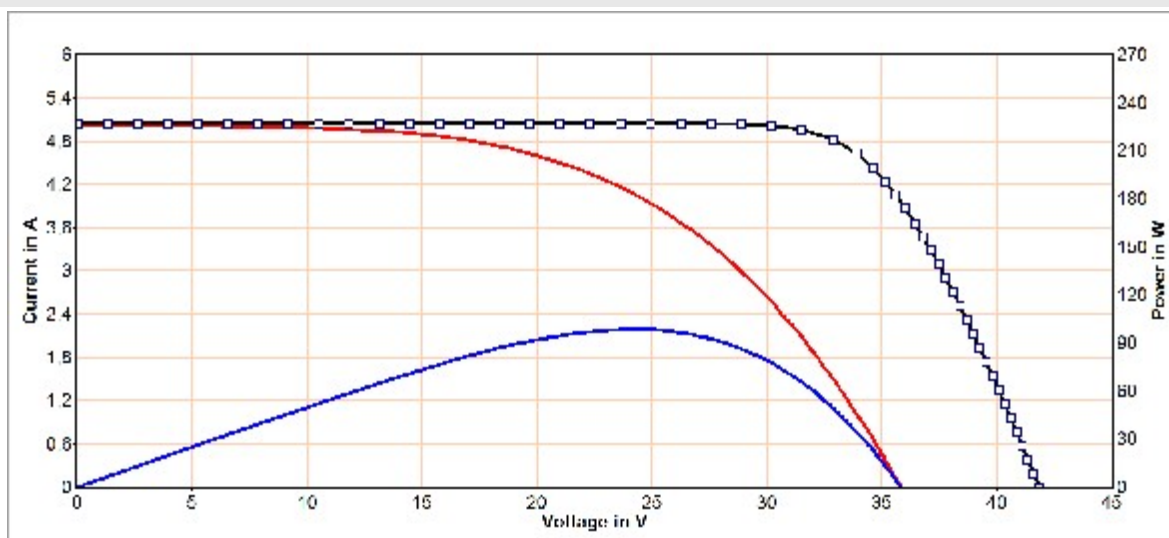
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100987303

Date of measurement: 17.06.2013 11:28:56

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	120,9 Wp	190,0 W	-36,4 %
	<i>Ppk max:</i>	126,9 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	114,8 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,41 A	5,22 A	-15,6 %	
	<i>Vpmax0:</i>	27,4 V	36,4 V	-24,6 %	
	<i>I sc0:</i>	5,43 A	5,46 A	-0,6 %	
	<i>Voc0:</i>	39,1 V	45,2 V	-13,5 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	98,6 W		
	<i>I pmax:</i>	4,07 A			
	<i>Vpmax:</i>	24,2 V			
	<i>I sc:</i>	5,02 A			
	<i>Voc:</i>	35,8 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	4,8 Ohm	0,7 Ohm	581,0 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-79 W			
	<i>Rp:</i>	282 Ohm	298 Ohm	-5,4 %	
	<i>FF:</i>	0,55	0,77	-28,8 %	
	<i>NOCT:</i>	47 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	51,2 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	925 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	55,8 °C			

Additional Informations

File: \...\3η επίσκεψη\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\6.6 18-10-2012 12_14_28.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

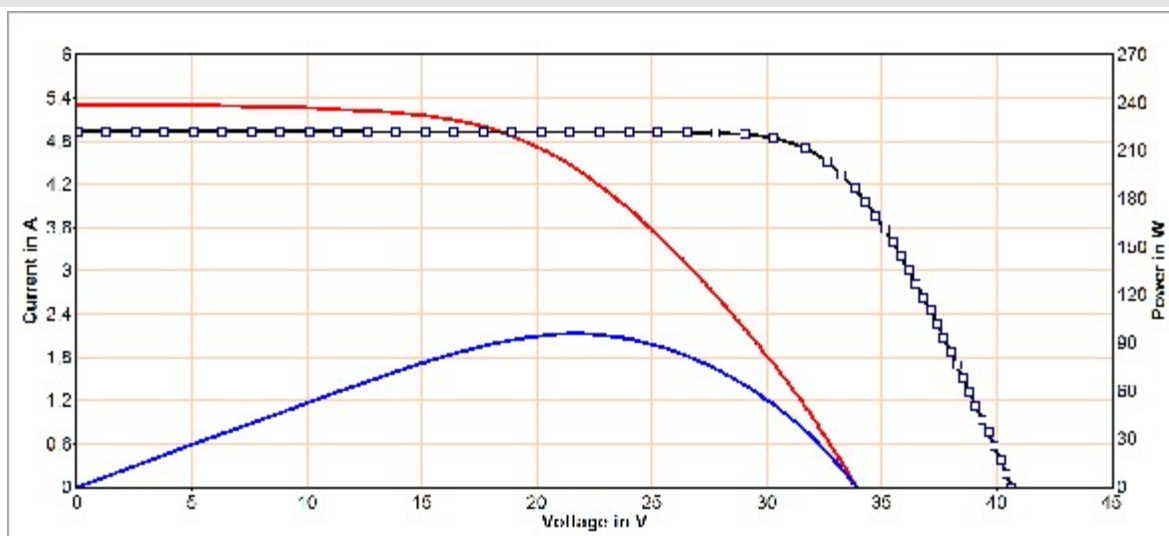
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100987303

Date of measurement: 18.10.2012 12:14:28

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	124,3 Wp	190,0 W	-34,6 %
	<i>Ppk max:</i>	130,5 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	118,0 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,92 A	5,22 A	-5,7 %	
	<i>Vpmax0:</i>	25,2 V	36,4 V	-30,6 %	
	<i>I sc0:</i>	5,87 A	5,46 A	7,5 %	
	<i>Voc0:</i>	37,7 V	45,2 V	-16,5 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	95,9 W		
	<i>I pmax:</i>	4,44 A			
	<i>Vpmax:</i>	21,6 V			
	<i>I sc:</i>	5,30 A			
	<i>Voc:</i>	33,9 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	3,4 Ohm	0,7 Ohm	392,0 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-66 W			
	<i>Rp:</i>	402 Ohm	298 Ohm	35,0 %	
	<i>FF:</i>	0,53	0,77	-30,7 %	
	<i>NOCT:</i>	57 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	61,8 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	903 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	56,6 °C			

Additional Informations

File: \...\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\6.7 140100987188 17-06-2013 11_41_52.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

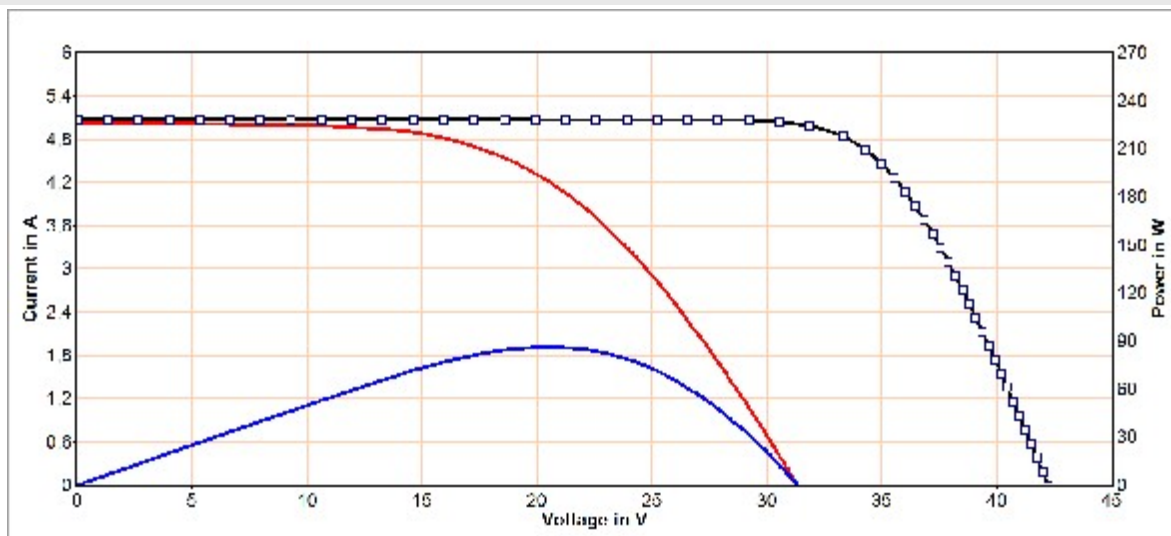
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100987188

Date of measurement: 17.06.2013 11:41:52

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	102,7 Wp	190,0 W	-46,0 %
	<i>Ppk max:</i>	107,8 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	97,5 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,54 A	5,22 A	-13,0 %	
	<i>Vpmax0:</i>	22,6 V	36,4 V	-37,9 %	
	<i>I sc0:</i>	5,40 A	5,46 A	-1,1 %	
	<i>Voc0:</i>	33,6 V	45,2 V	-25,7 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	86,5 W		
	<i>I pmax:</i>	4,22 A			
	<i>Vpmax:</i>	20,5 V			
	<i>I sc:</i>	5,02 A			
	<i>Voc:</i>	31,3 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	3,2 Ohm	0,7 Ohm	362,3 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-52 W			
	<i>Rp:</i>	369 Ohm	298 Ohm	23,8 %	
	<i>FF:</i>	0,55	0,77	-28,6 %	
	<i>NOCT:</i>	44 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	48,2 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	930 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	54,4 °C			

Additional Informations

File: \...\3η επίσκεψη\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\6.7 18-10-2012 12_39_44.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

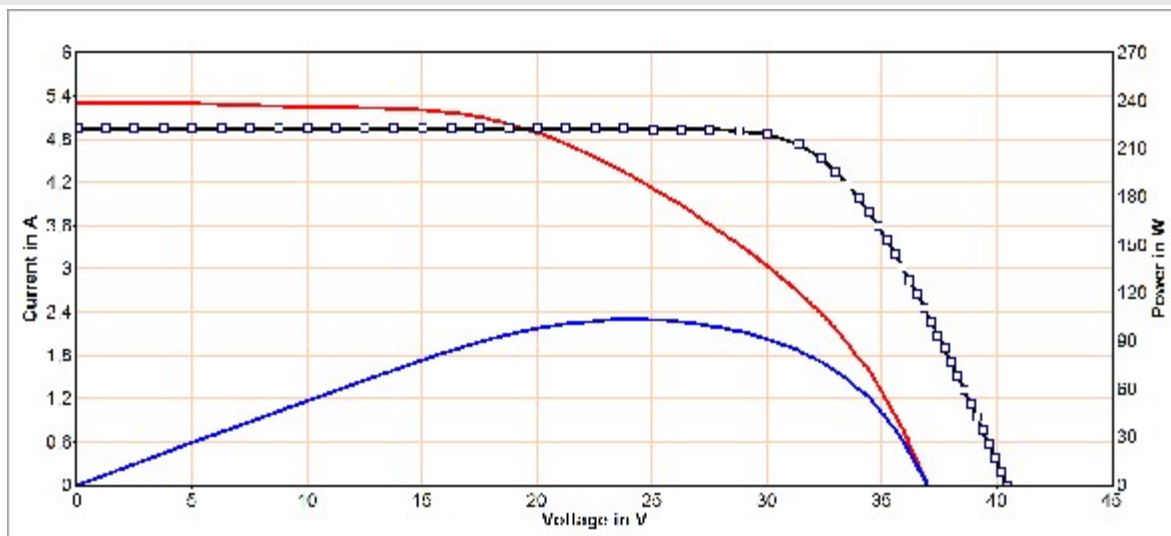
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100987188

Date of measurement: 18.10.2012 12:39:44

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	137,3 Wp	190,0 W	-27,7 %
	Ppk max:	144,2 W	195,0 W		
	Ppk min:	130,4 W	190,0 W		
	I pmax0:	4,72 A	5,22 A	-9,5 %	
	Vpmax0:	29,1 V	36,4 V	-20,1 %	
	I sc0:	5,85 A	5,46 A	7,1 %	
	Voc0:	41,8 V	45,2 V	-7,4 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	103,6 W		
	I pmax:	4,28 A			
	Vpmax:	24,2 V			
	I sc:	5,30 A			
	Voc:	37,0 V			
<i>Calculated values:</i>		Rs:	4,9 Ohm	0,7 Ohm	604,9 %
	Losses by add. Rs:	-94 W			
	Rp:	312 Ohm	298 Ohm	4,7 %	
	FF:	0,53	0,77	-31,3 %	
	NOCT:	59 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	64,0 °C		
	Irradiance E eff:	906 W/m2			
	Temperature reference cell T ref:	58,9 °C			

Additional Informations

File: \...συγκριτικό μετρήσεων\25-52\7.1 140100987216 17-06-2013 11_54_36.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

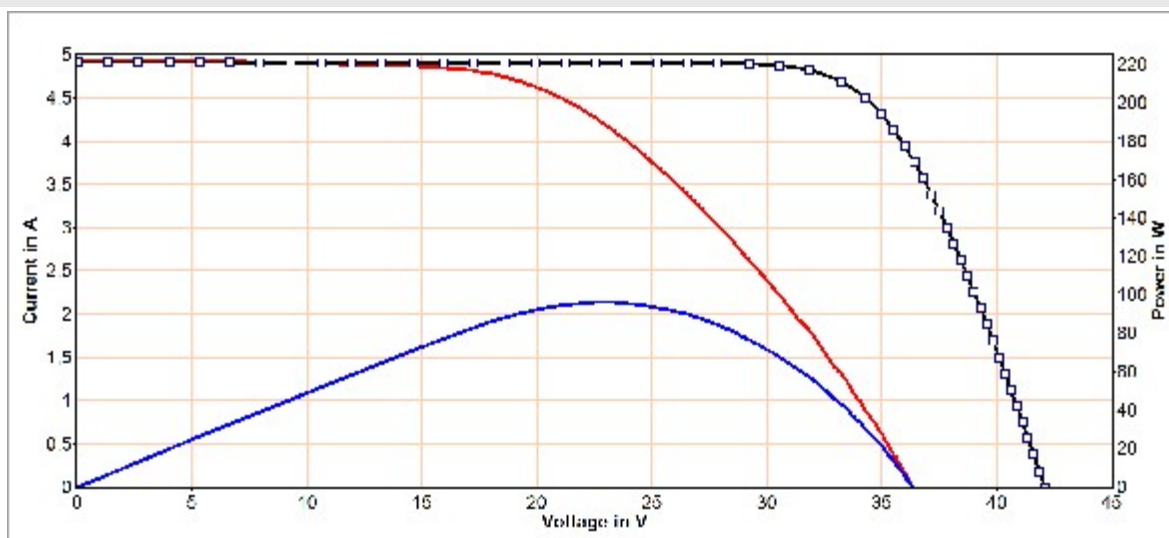
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100987216

Date of measurement: 17.06.2013 11:54:36

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	116,3 Wp	190,0 W	-38,8 %
	<i>Ppk max:</i>	122,1 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	110,5 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,68 A	5,22 A	-10,3 %	
	<i>Vpmax0:</i>	24,8 V	36,4 V	-31,8 %	
	<i>I sc0:</i>	5,49 A	5,46 A	0,6 %	
	<i>Voc0:</i>	38,8 V	45,2 V	-14,2 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	96,4 W		
	<i>I pmax:</i>	4,21 A			
	<i>Vpmax:</i>	22,9 V			
	<i>I sc:</i>	4,94 A			
	<i>Voc:</i>	36,3 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	3,5 Ohm	0,7 Ohm	396,0 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-61 W			
	<i>Rp:</i>	512 Ohm	298 Ohm	71,9 %	
	<i>FF:</i>	0,54	0,77	-30,2 %	
	<i>NOCT:</i>	46 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	48,8 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	900 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	52,2 °C			

Additional Informations

File: \...\3η επίσκεψη\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\7.1 18-10-2012 11_53_08.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

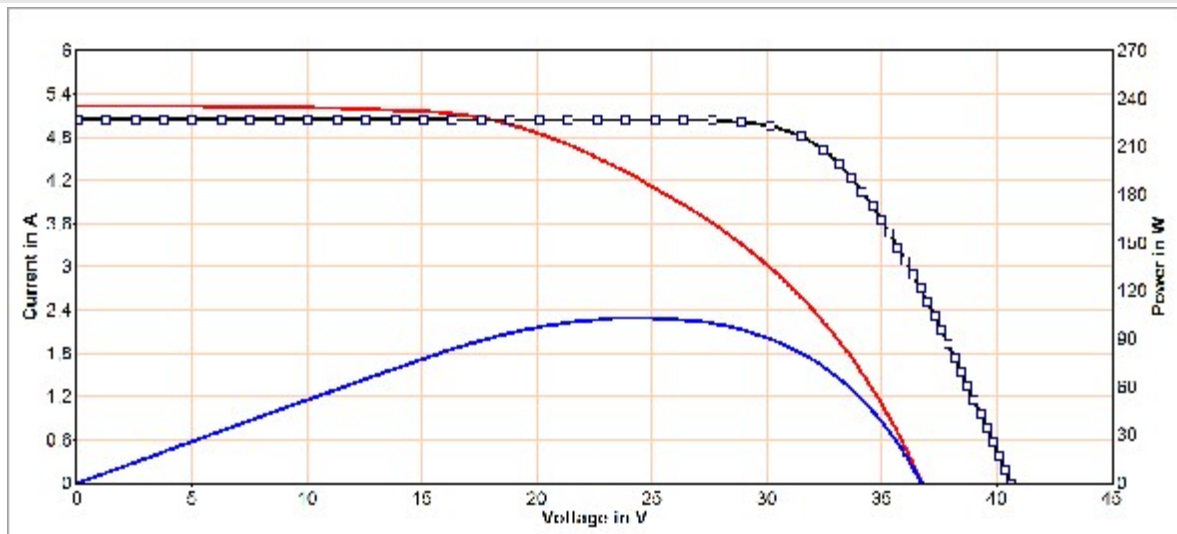
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100987216

Date of measurement: 18.10.2012 11:53:08

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	133,8 Wp	190,0 W	-29,6 %
	<i>Ppk max:</i>	140,5 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	127,1 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,58 A	5,22 A	-12,3 %	
	<i>Vpmax0:</i>	29,2 V	36,4 V	-19,7 %	
	<i>I sc0:</i>	5,66 A	5,46 A	3,7 %	
	<i>Voc0:</i>	41,4 V	45,2 V	-8,3 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	103,2 W		
	<i>I pmax:</i>	4,23 A			
	<i>Vpmax:</i>	24,4 V			
	<i>I sc:</i>	5,23 A			
	<i>Voc:</i>	36,7 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	4,9 Ohm	0,7 Ohm	599,5 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-88 W			
	<i>Rp:</i>	292 Ohm	298 Ohm	-1,9 %	
	<i>FF:</i>	0,54	0,77	-30,3 %	
	<i>NOCT:</i>	57 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	62,7 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	924 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	56,0 °C			

Additional Informations

File: \...συγκριτικό μετρήσεων\25-52\7.2 140100987191 17-06-2013 11_10_18.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

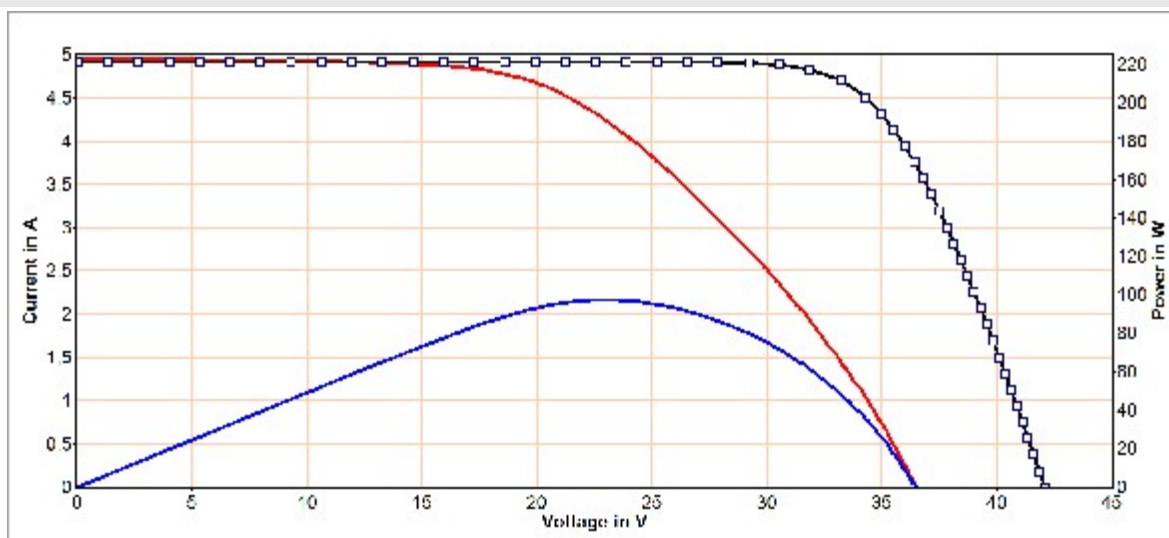
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100987191

Date of measurement: 17.06.2013 11:10:18

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	117,7 Wp	190,0 W	-38,1 %
	<i>Ppk max:</i>	123,6 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	111,8 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,73 A	5,22 A	-9,4 %	
	<i>Vpmax0:</i>	24,9 V	36,4 V	-31,6 %	
	<i>I sc0:</i>	5,50 A	5,46 A	0,6 %	
	<i>Voc0:</i>	38,9 V	45,2 V	-13,9 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	97,8 W		
	<i>I pmax:</i>	4,26 A			
	<i>Vpmax:</i>	23,0 V			
	<i>I sc:</i>	4,95 A			
	<i>Voc:</i>	36,5 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	3,3 Ohm	0,7 Ohm	366,3 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-57 W			
	<i>Rp:</i>	493 Ohm	298 Ohm	65,6 %	
	<i>FF:</i>	0,54	0,77	-29,7 %	
	<i>NOCT:</i>	46 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	48,8 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	900 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	51,8 °C			

Additional Informations

File: \...\3η επίσκεψη\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\7.2 18-10-2012 11_54_40.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

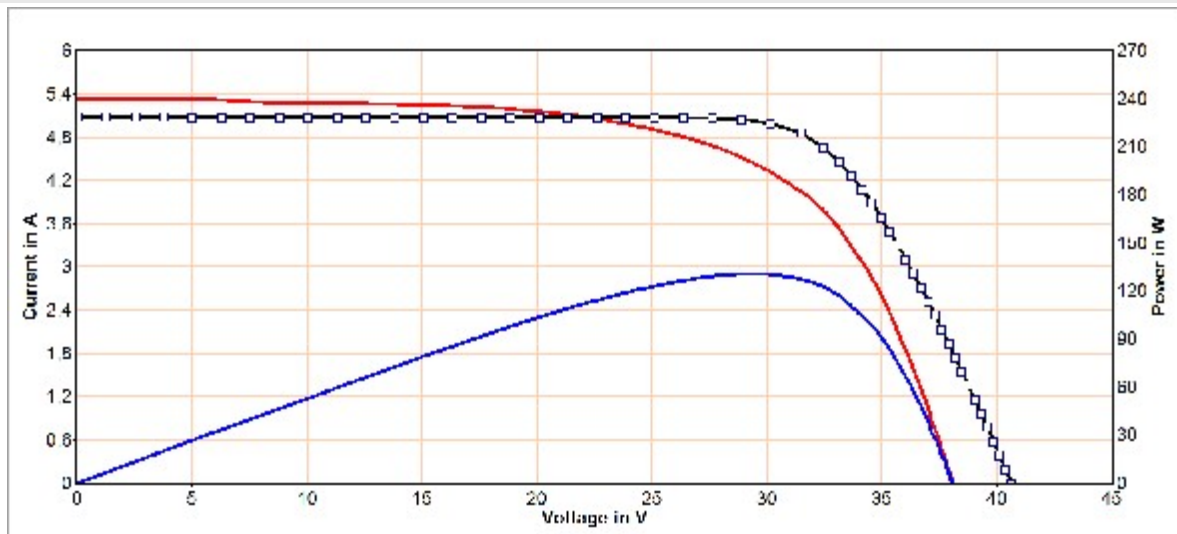
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100987191

Date of measurement: 18.10.2012 11:54:40

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	171,0 Wp	190,0 W	-10,0 %
	<i>Ppk max:</i>	179,6 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	162,5 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,81 A	5,22 A	-7,8 %	
	<i>Vpmax0:</i>	35,5 V	36,4 V	-2,4 %	
	<i>I sc0:</i>	5,73 A	5,46 A	5,0 %	
	<i>Voc0:</i>	43,8 V	45,2 V	-3,1 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	130,7 W		
	<i>I pmax:</i>	4,48 A			
	<i>Vpmax:</i>	29,2 V			
	<i>I sc:</i>	5,33 A			
	<i>Voc:</i>	38,1 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	2,3 Ohm	0,7 Ohm	224,6 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-36 W			
	<i>Rp:</i>	216 Ohm	298 Ohm	-27,3 %	
	<i>FF:</i>	0,64	0,77	-16,5 %	
	<i>NOCT:</i>	57 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	62,6 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	931 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	55,6 °C			

Additional Informations

File: \...\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\7.3 140100987259 17-06-2013 11_15_00.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

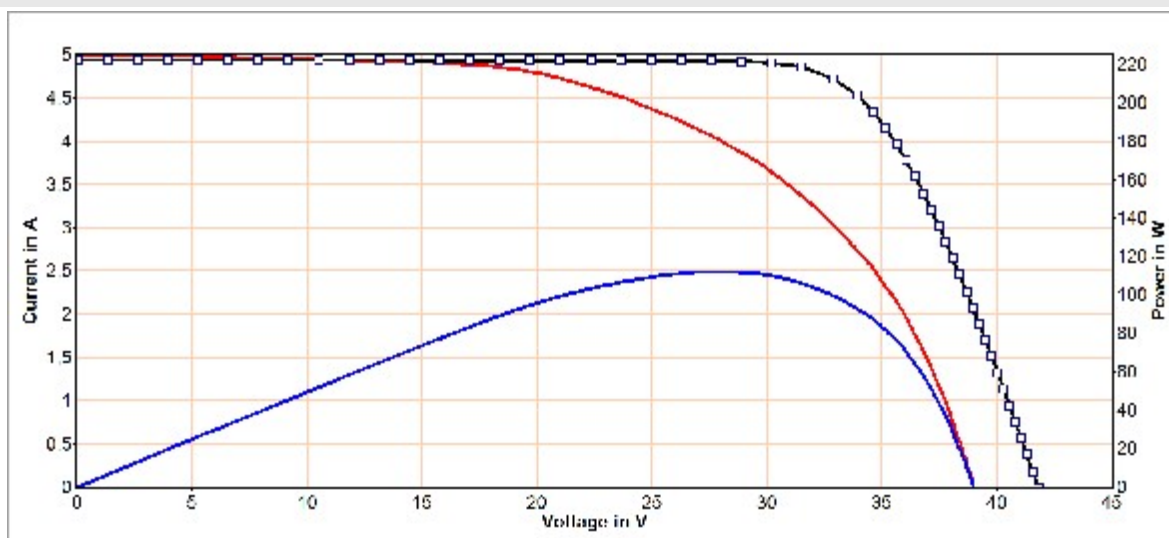
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100987259

Date of measurement: 17.06.2013 11:15:00

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	143,3 Wp	190,0 W	-24,6 %
	<i>Ppk max:</i>	150,5 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	136,2 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,42 A	5,22 A	-15,2 %	
	<i>Vpmax0:</i>	32,4 V	36,4 V	-11,0 %	
	<i>I sc0:</i>	5,51 A	5,46 A	0,9 %	
	<i>Voc0:</i>	43,3 V	45,2 V	-4,3 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	112,1 W		
	<i>I pmax:</i>	4,00 A			
	<i>Vpmax:</i>	28,0 V			
	<i>I sc:</i>	4,99 A			
	<i>Voc:</i>	39,0 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	5,0 Ohm	0,7 Ohm	612,2 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-84 W			
	<i>Rp:</i>	182 Ohm	298 Ohm	-38,7 %	
	<i>FF:</i>	0,58	0,77	-25,1 %	
	<i>NOCT:</i>	48 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	51,4 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	905 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	52,3 °C			

Additional Informations

File: \...\3η επίσκεψη\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\7.3 18-10-2012 11_59_00.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

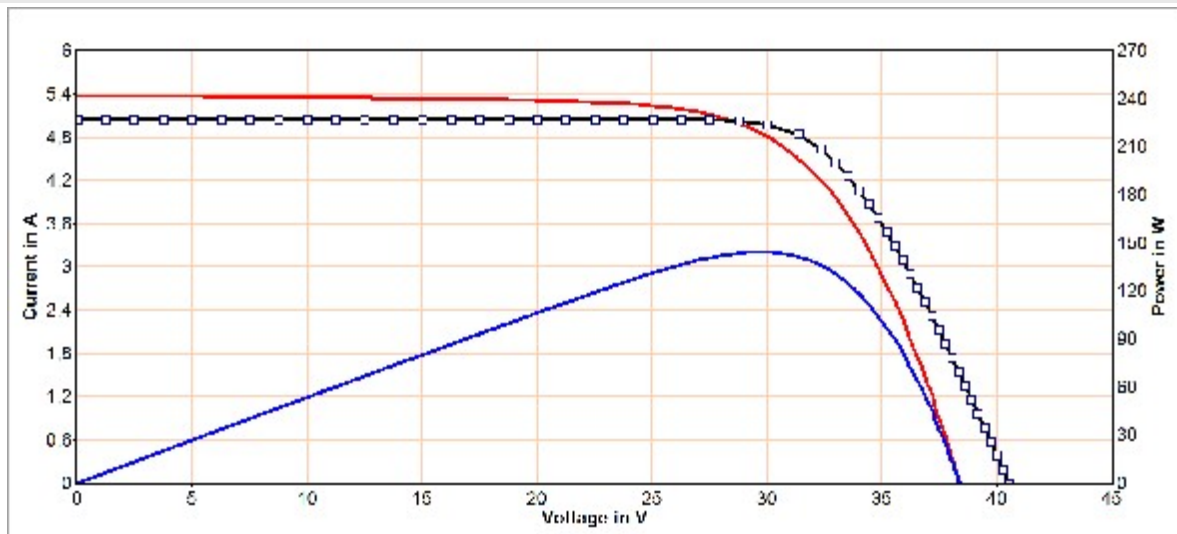
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100987259

Date of measurement: 18.10.2012 11:59:00

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	188,6 Wp	190,0 W	-0,8 %
	<i>Ppk max:</i>	198,0 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	179,1 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	5,27 A	5,22 A	1,0 %	
	<i>Vpmax0:</i>	35,8 V	36,4 V	-1,8 %	
	<i>I sc0:</i>	5,80 A	5,46 A	6,2 %	
	<i>Voc0:</i>	43,7 V	45,2 V	-3,3 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	144,7 W		
	<i>I pmax:</i>	4,88 A			
	<i>Vpmax:</i>	29,6 V			
	<i>I sc:</i>	5,37 A			
	<i>Voc:</i>	38,4 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	0,8 Ohm	0,7 Ohm	19,0 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-4 W			
	<i>Rp:</i>	483 Ohm	298 Ohm	62,3 %	
	<i>FF:</i>	0,70	0,77	-8,8 %	
	<i>NOCT:</i>	58 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	63,7 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	926 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	55,6 °C			

Additional Informations

File: \...\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\7.4 140100987230 17-06-2013 11_18_12.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

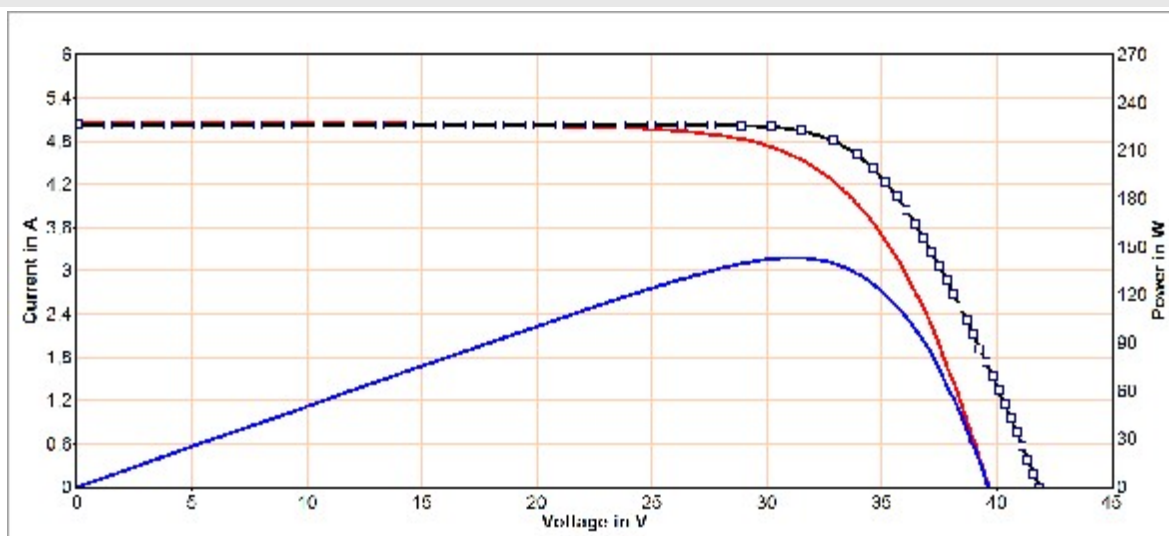
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100987230

Date of measurement: 17.06.2013 11:18:12

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	176,0 Wp	190,0 W	-7,3 %
	<i>Ppk max:</i>	184,8 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	167,2 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	5,02 A	5,22 A	-3,8 %	
	<i>Vpmax0:</i>	35,1 V	36,4 V	-3,7 %	
	<i>I sc0:</i>	5,49 A	5,46 A	0,6 %	
	<i>Voc0:</i>	43,3 V	45,2 V	-4,1 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	143,3 W		
	<i>I pmax:</i>	4,63 A			
	<i>Vpmax:</i>	31,0 V			
	<i>I sc:</i>	5,06 A			
	<i>Voc:</i>	39,6 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	0,8 Ohm	0,7 Ohm	21,6 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-4 W			
	<i>Rp:</i>	534 Ohm	298 Ohm	79,3 %	
	<i>FF:</i>	0,71	0,77	-7,3 %	
	<i>NOCT:</i>	47 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	51,2 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	922 W/m ²			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	54,0 °C			

Additional Informations

File: \...\3η επίσκεψη\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\7.4 18-10-2012 12_06_08.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

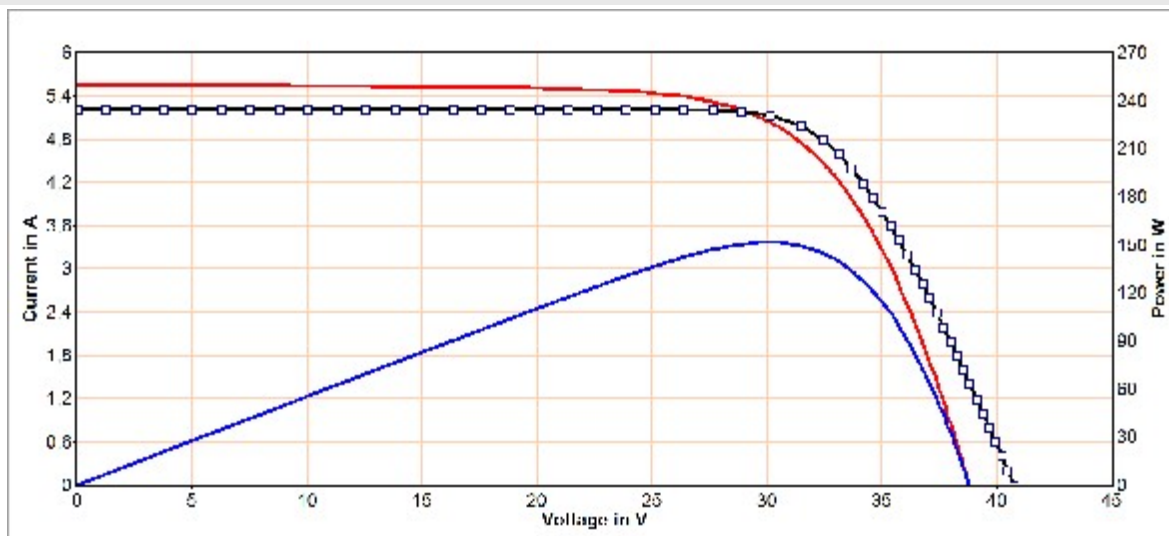
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100987230

Date of measurement: 18.10.2012 12:06:08

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	190,3 Wp	190,0 W	0,2 %
	<i>Ppk max:</i>	199,8 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	180,8 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	5,30 A	5,22 A	1,5 %	
	<i>Vpmax0:</i>	35,9 V	36,4 V	-1,4 %	
	<i>I sc0:</i>	5,81 A	5,46 A	6,4 %	
	<i>Voc0:</i>	43,8 V	45,2 V	-3,1 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	152,2 W		
	<i>I pmax:</i>	5,06 A			
	<i>Vpmax:</i>	30,0 V			
	<i>I sc:</i>	5,55 A			
	<i>Voc:</i>	38,8 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	0,8 Ohm	0,7 Ohm	13,5 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-3 W			
	<i>Rp:</i>	479 Ohm	298 Ohm	60,9 %	
	<i>FF:</i>	0,71	0,77	-8,2 %	
	<i>NOCT:</i>	55 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	61,9 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	956 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	55,4 °C			

Additional Informations

File: \...\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\7.5 140100987067 17-06-2013 11_24_08.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

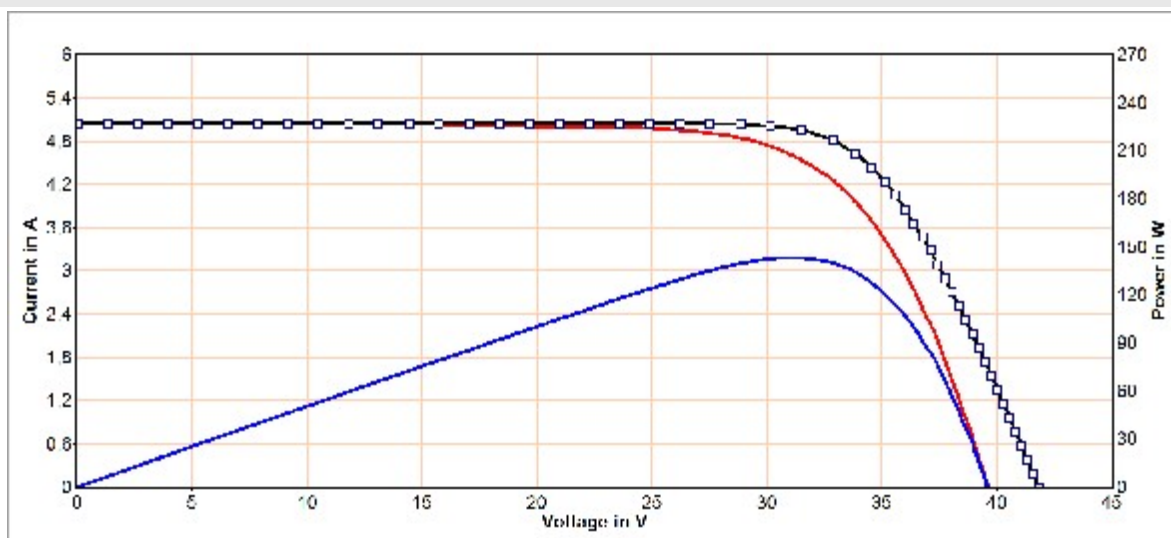
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100987067

Date of measurement: 17.06.2013 11:24:08

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	176,1 Wp	190,0 W	-7,3 %
	Ppk max:	184,9 W	195,0 W		
	Ppk min:	167,3 W	190,0 W		
	I pmax0:	5,02 A	5,22 A	-3,9 %	
	Vpmax0:	35,1 V	36,4 V	-3,6 %	
	I sc0:	5,48 A	5,46 A	0,4 %	
	Voc0:	43,3 V	45,2 V	-4,2 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	143,5 W		
	I pmax:	4,64 A			
	Vpmax:	31,0 V			
	I sc:	5,07 A			
	Voc:	39,6 V			
<i>Calculated values:</i>		Rs:	0,8 Ohm	0,7 Ohm	20,8 %
	Losses by add. Rs:	-4 W			
	Rp:	539 Ohm	298 Ohm	80,8 %	
	FF:	0,72	0,77	-7,1 %	
	NOCT:	47 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	51,5 °C		
	Irradiance E eff:	924 W/m2			
	Temperature reference cell T ref:	55,5 °C			

Additional Informations

File: \...\3η επίσκεψη\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\7.5 18-10-2012 12_11_50.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

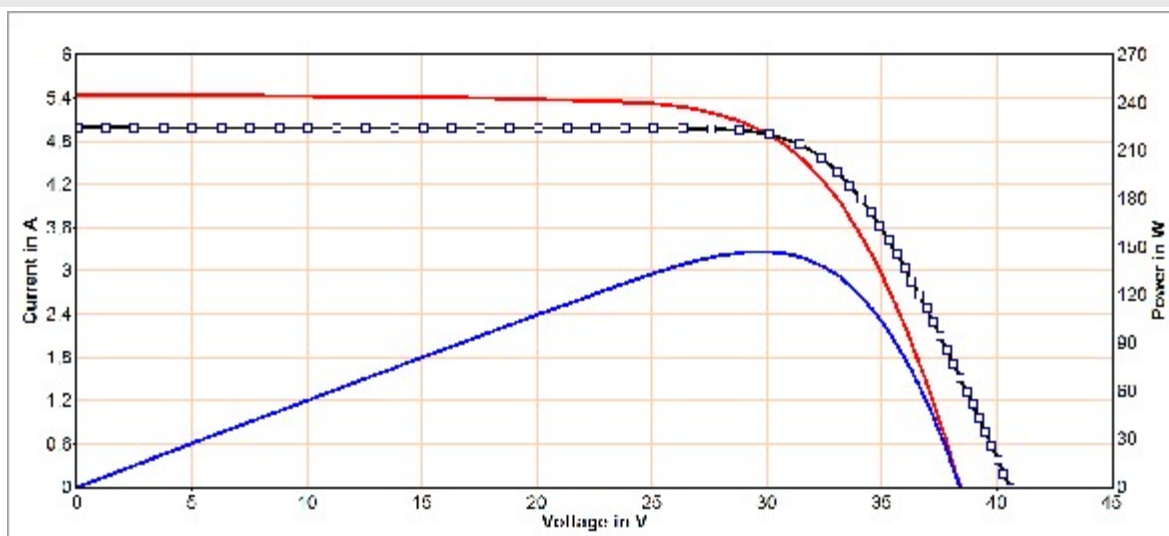
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100987067

Date of measurement: 18.10.2012 12:11:50

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Mono TM 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	194,0 Wp	190,0 W	2,1 %
	<i>Ppk max:</i>	203,8 W	197,6 W		
	<i>Ppk min:</i>	184,3 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	5,44 A	5,22 A	4,2 %	
	<i>Vpmax0:</i>	35,7 V	36,4 V	-2,0 %	
	<i>I sc0:</i>	5,96 A	5,46 A	9,2 %	
	<i>Voc0:</i>	43,6 V	45,2 V	-3,5 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	147,2 W		
	<i>I pmax:</i>	4,97 A			
	<i>Vpmax:</i>	29,6 V			
	<i>I sc:</i>	5,45 A			
	<i>Voc:</i>	38,4 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	0,8 Ohm	0,7 Ohm	16,6 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-3 W			
	<i>Rp:</i>	484 Ohm	298 Ohm	62,4 %	
	<i>FF:</i>	0,70	0,77	-8,6 %	
	<i>NOCT:</i>	58 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	63,4 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	913 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	58,7 °C			

Additional Informations

File: \...\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\7.6 140100987297 17-06-2013 12_03_58.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

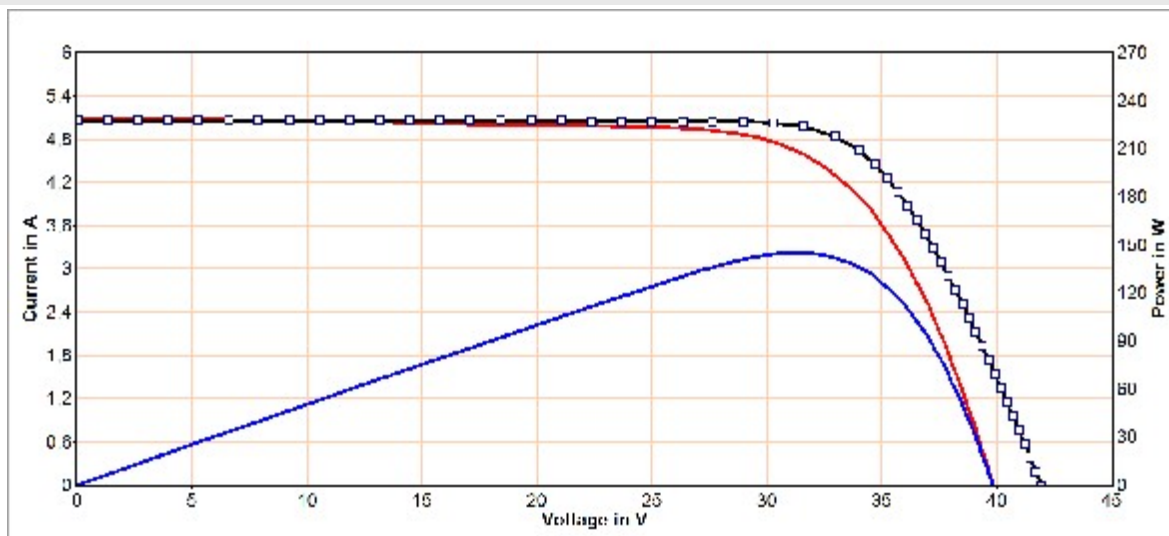
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100987297

Date of measurement: 17.06.2013 12:03:58

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	176,9 Wp	190,0 W	-6,9 %
	<i>Ppk max:</i>	185,8 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	168,1 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	5,03 A	5,22 A	-3,6 %	
	<i>Vpmax0:</i>	35,2 V	36,4 V	-3,4 %	
	<i>I sc0:</i>	5,48 A	5,46 A	0,5 %	
	<i>Voc0:</i>	43,4 V	45,2 V	-3,9 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	145,4 W		
	<i>I pmax:</i>	4,66 A			
	<i>Vpmax:</i>	31,2 V			
	<i>I sc:</i>	5,08 A			
	<i>Voc:</i>	39,8 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	0,8 Ohm	0,7 Ohm	19,7 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-3 W			
	<i>Rp:</i>	548 Ohm	298 Ohm	84,1 %	
	<i>FF:</i>	0,72	0,77	-6,8 %	
	<i>NOCT:</i>	46 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	50,5 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	927 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	55,7 °C			

Additional Informations

File: \...\3η επίσκεψη\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\7.6 18-10-2012 12_15_26.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

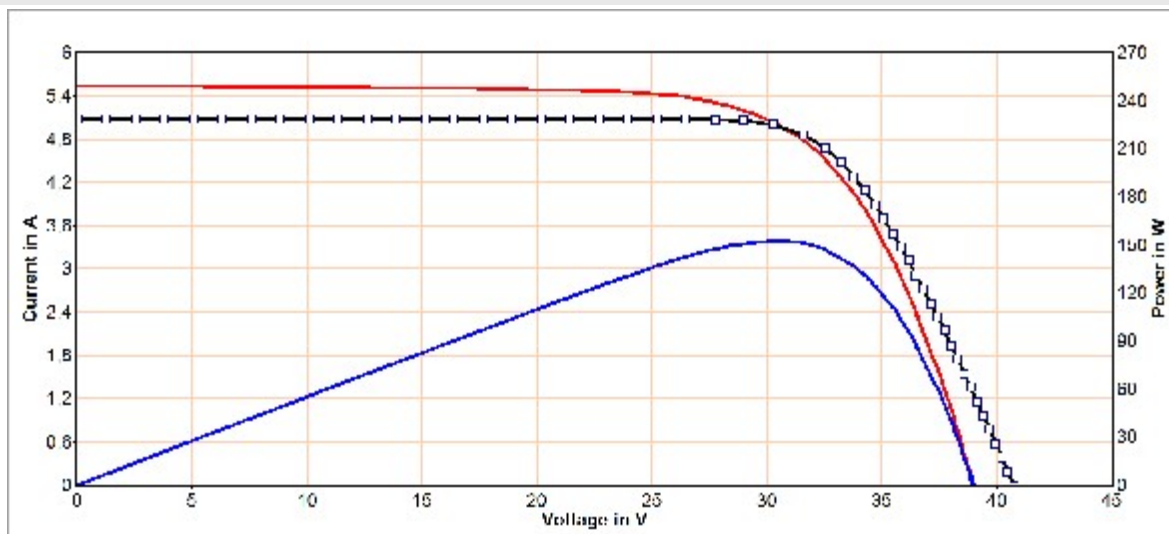
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100987297

Date of measurement: 18.10.2012 12:15:26

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	195,5 Wp	190,0 W	2,9 %
	<i>Ppk max:</i>	205,3 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	185,8 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	5,41 A	5,22 A	3,7 %	
	<i>Vpmax0:</i>	36,1 V	36,4 V	-0,7 %	
	<i>I sc0:</i>	5,94 A	5,46 A	8,8 %	
	<i>Voc0:</i>	44,1 V	45,2 V	-2,5 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	152,6 W		
	<i>I pmax:</i>	5,04 A			
	<i>Vpmax:</i>	30,3 V			
	<i>I sc:</i>	5,54 A			
	<i>Voc:</i>	39,0 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	0,8 Ohm	0,7 Ohm	13,8 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-3 W			
	<i>Rp:</i>	474 Ohm	298 Ohm	59,3 %	
	<i>FF:</i>	0,71	0,77	-8,2 %	
	<i>NOCT:</i>	56 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	61,6 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	932 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	56,6 °C			

Additional Informations

File: \...\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\7.7 140100987253 17-06-2013 11_39_30.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

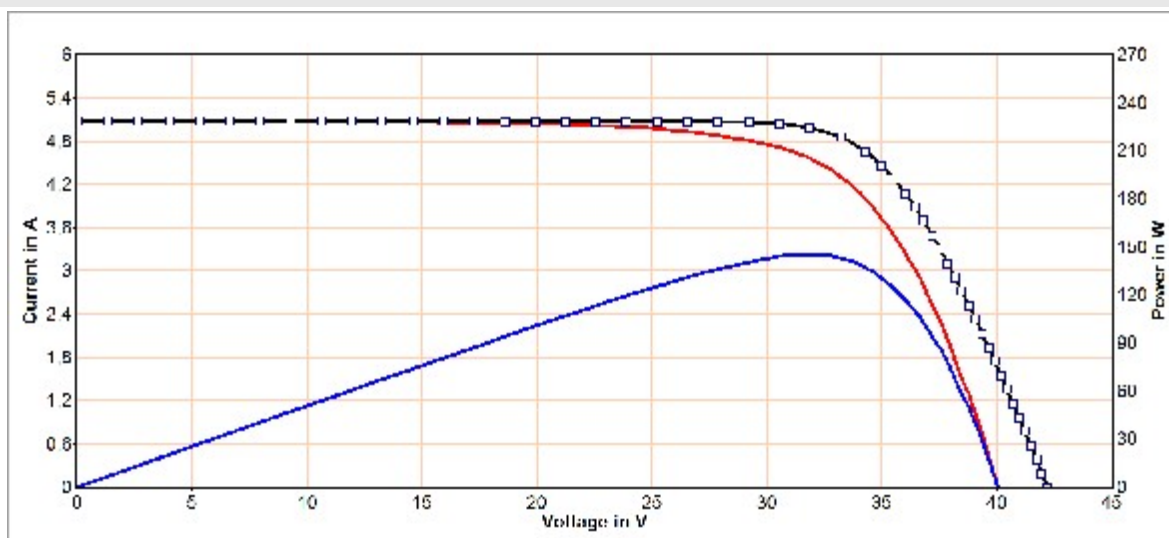
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100987253

Date of measurement: 17.06.2013 11:39:30

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	175,0 Wp	190,0 W	-7,9 %
	<i>Ppk max:</i>	183,8 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	166,3 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,94 A	5,22 A	-5,3 %	
	<i>Vpmax0:</i>	35,4 V	36,4 V	-2,7 %	
	<i>I sc0:</i>	5,46 A	5,46 A	0,1 %	
	<i>Voc0:</i>	43,5 V	45,2 V	-3,8 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	145,5 W		
	<i>I pmax:</i>	4,60 A			
	<i>Vpmax:</i>	31,6 V			
	<i>I sc:</i>	5,09 A			
	<i>Voc:</i>	40,1 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	0,8 Ohm	0,7 Ohm	20,3 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-3 W			
	<i>Rp:</i>	492 Ohm	298 Ohm	65,2 %	
	<i>FF:</i>	0,71	0,77	-7,3 %	
	<i>NOCT:</i>	44 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	48,3 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	931 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	54,6 °C			

Additional Informations

File: \...\3η επίσκεψη\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\7.7 18-10-2012 12_38_26.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

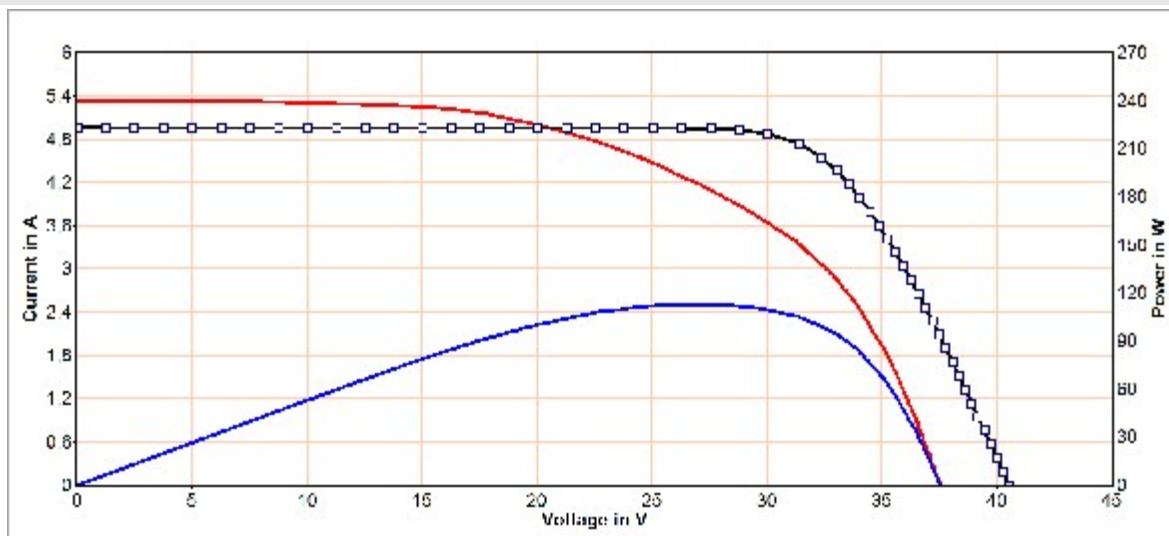
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140200987253

Date of measurement: 18.10.2012 12:38:26

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Mono TM 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	153,4 Wp	190,0 W	-19,3 %
	<i>Ppk max:</i>	161,0 W	197,6 W		
	<i>Ppk min:</i>	145,7 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,64 A	5,22 A	-11,1 %	
	<i>Vpmax0:</i>	33,1 V	36,4 V	-9,2 %	
	<i>I sc0:</i>	5,87 A	5,46 A	7,5 %	
	<i>Voc0:</i>	43,3 V	45,2 V	-4,1 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	113,1 W		
	<i>I pmax:</i>	4,21 A			
	<i>Vpmax:</i>	26,8 V			
	<i>I sc:</i>	5,33 A			
	<i>Voc:</i>	37,6 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	4,9 Ohm	0,7 Ohm	603,8 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-91 W			
	<i>Rp:</i>	137 Ohm	298 Ohm	-54,2 %	
	<i>FF:</i>	0,56	0,77	-26,7 %	
	<i>NOCT:</i>	59 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	63,8 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	909 W/m ²			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	58,6 °C			

Additional Informations

File: \...\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\8.1 140100926568 17-06-2013 11_55_44.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

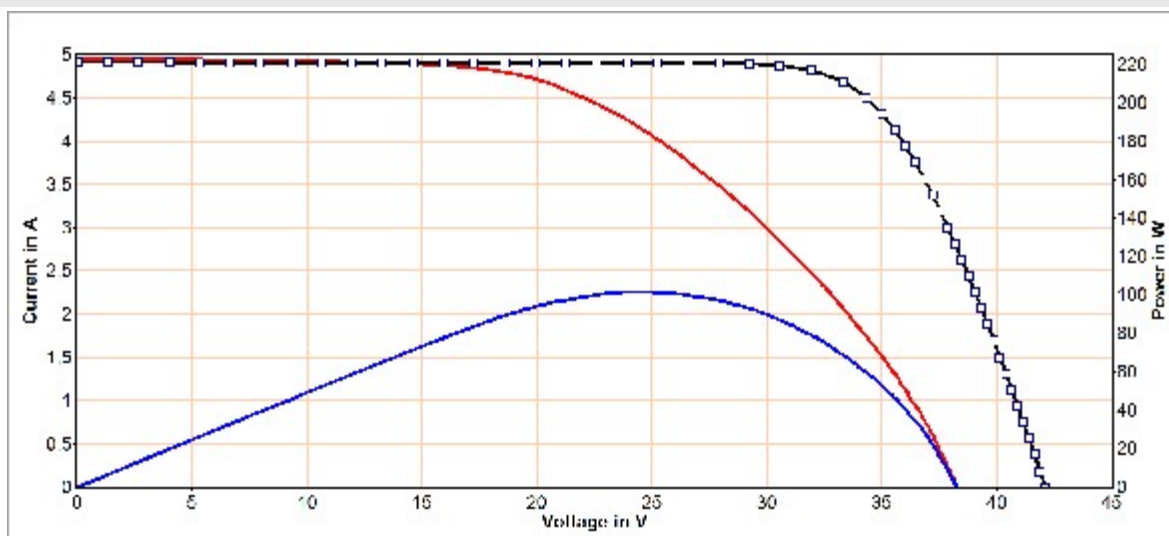
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100926568

Date of measurement: 17.06.2013 11:55:44

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>
<i>Values at STC:</i>	Peak power P pk:	123,9 Wp	190,0 W	-34,8 %
	<i>Ppk max:</i>	130,1 W	195,0 W	
	<i>Ppk min:</i>	117,7 W	190,0 W	
	<i>I pmax0:</i>	4,60 A	5,22 A	-11,9 %
	<i>Vpmax0:</i>	26,9 V	36,4 V	-26,0 %
	<i>I sc0:</i>	5,50 A	5,46 A	0,7 %
	<i>Voc0:</i>	41,0 V	45,2 V	-9,3 %
<i>Maximum values (actual):</i>	<i>P max:</i>	101,8 W		
	<i>I pmax:</i>	4,14 A		
	<i>Vpmax:</i>	24,6 V		
	<i>I sc:</i>	4,94 A		
	<i>Voc:</i>	38,2 V		
<i>Calculated values:</i>	<i>Rs:</i>	4,2 Ohm	0,7 Ohm	499,9 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-74 W		
	<i>Rp:</i>	468 Ohm	298 Ohm	57,2 %
	<i>FF:</i>	0,54	0,77	-30,1 %
	<i>NOCT:</i>	45 °C		
<i>Conditions during measurement:</i>	<i>Cell temperature T mod:</i>	48,5 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	899 W/m2		
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	52,1 °C		

Additional Informations

File: \...\3η επίσκεψη\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\8.1 18-10-2012 11_50_28.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

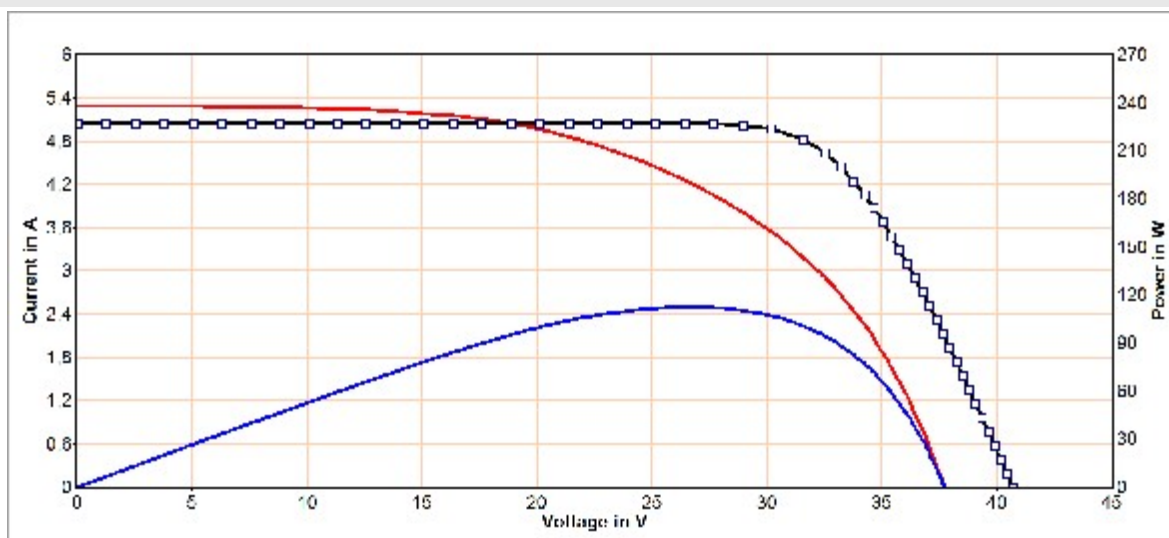
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100926568

Date of measurement: 18.10.2012 11:50:28

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	147,5 Wp	190,0 W	-22,4 %
	<i>Ppk max:</i>	154,9 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	140,2 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,58 A	5,22 A	-12,3 %	
	<i>Vpmax0:</i>	32,2 V	36,4 V	-11,5 %	
	<i>I sc0:</i>	5,72 A	5,46 A	4,8 %	
	<i>Voc0:</i>	43,0 V	45,2 V	-4,9 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	112,8 W		
	<i>I pmax:</i>	4,24 A			
	<i>Vpmax:</i>	26,6 V			
	<i>I sc:</i>	5,29 A			
	<i>Voc:</i>	37,7 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	4,8 Ohm	0,7 Ohm	589,9 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-86 W			
	<i>Rp:</i>	180 Ohm	298 Ohm	-39,7 %	
	<i>FF:</i>	0,56	0,77	-26,6 %	
	<i>NOCT:</i>	56 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	62,0 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	925 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	56,2 °C			

Additional Informations

File: \...\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\8.2 140100987465 17-06-2013 11_07_26.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

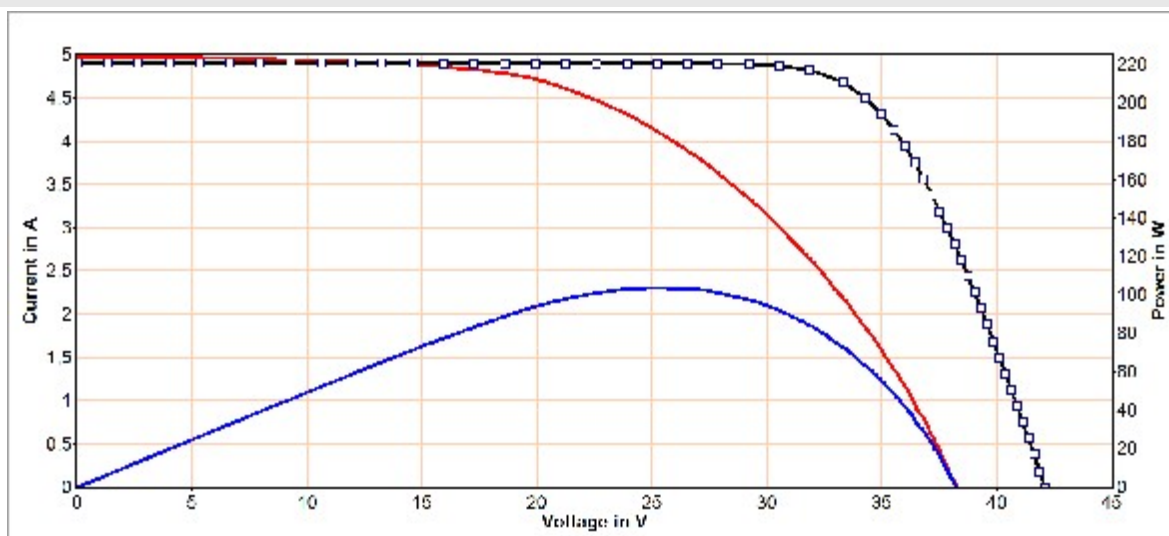
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100987465

Date of measurement: 17.06.2013 11:07:26

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	128,1 Wp	190,0 W	-32,6 %
	<i>Ppk max:</i>	134,5 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	121,7 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,56 A	5,22 A	-12,6 %	
	<i>Vpmax0:</i>	28,1 V	36,4 V	-22,9 %	
	<i>I sc0:</i>	5,53 A	5,46 A	1,2 %	
	<i>Voc0:</i>	41,3 V	45,2 V	-8,7 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	103,9 W		
	<i>I pmax:</i>	4,10 A			
	<i>Vpmax:</i>	25,3 V			
	<i>I sc:</i>	4,97 A			
	<i>Voc:</i>	38,2 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	4,6 Ohm	0,7 Ohm	553,6 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-81 W			
	<i>Rp:</i>	388 Ohm	298 Ohm	30,2 %	
	<i>FF:</i>	0,55	0,77	-28,9 %	
	<i>NOCT:</i>	46 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	48,7 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	899 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	52,0 °C			

Additional Informations

File: \...\3η επίσκεψη\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\8.2 18-10-2012 11_51_14.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

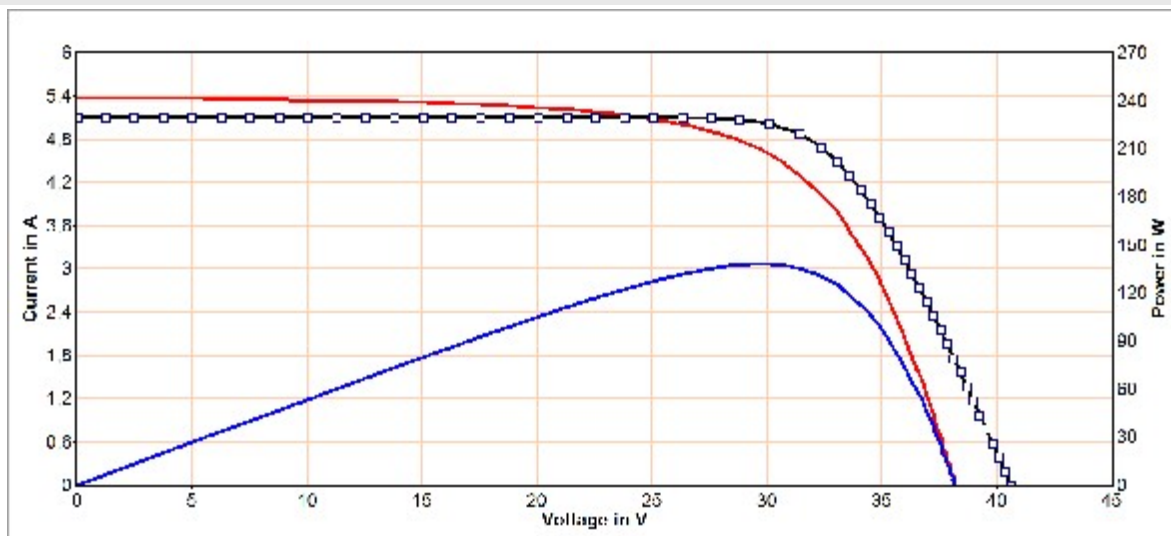
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100987465

Date of measurement: 18.10.2012 11:51:14

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	179,5 Wp	190,0 W	-5,5 %
	<i>Ppk max:</i>	188,5 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	170,5 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	5,02 A	5,22 A	-3,9 %	
	<i>Vpmax0:</i>	35,8 V	36,4 V	-1,7 %	
	<i>I sc0:</i>	5,74 A	5,46 A	5,2 %	
	<i>Voc0:</i>	43,7 V	45,2 V	-3,3 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	138,5 W		
	<i>I pmax:</i>	4,69 A			
	<i>Vpmax:</i>	29,5 V			
	<i>I sc:</i>	5,37 A			
	<i>Voc:</i>	38,2 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	1,3 Ohm	0,7 Ohm	80,3 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-14 W			
	<i>Rp:</i>	342 Ohm	298 Ohm	14,9 %	
	<i>FF:</i>	0,68	0,77	-12,3 %	
	<i>NOCT:</i>	57 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	63,0 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	935 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	55,6 °C			

Additional Informations

File: \...\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\8.3 140100987381 17-06-2013 11_15_46.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

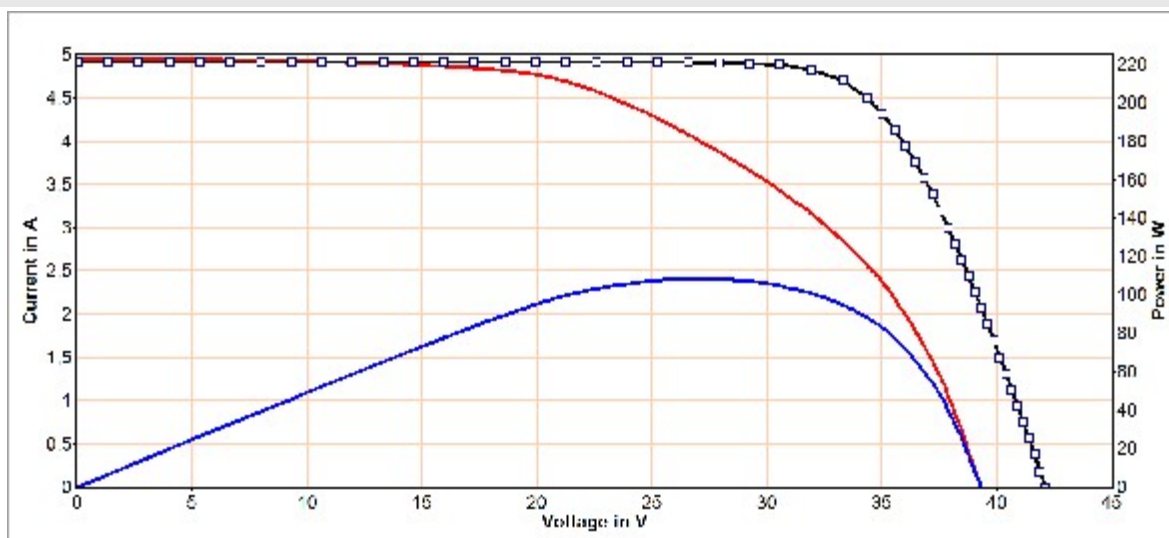
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100987381

Date of measurement: 17.06.2013 11:15:46

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	135,7 Wp	190,0 W	-28,6 %
	<i>Ppk max:</i>	142,5 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	128,9 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,45 A	5,22 A	-14,7 %	
	<i>Vpmax0:</i>	30,5 V	36,4 V	-16,2 %	
	<i>I sc0:</i>	5,50 A	5,46 A	0,7 %	
	<i>Voc0:</i>	42,8 V	45,2 V	-5,2 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	108,5 W		
	<i>I pmax:</i>	4,01 A			
	<i>Vpmax:</i>	27,1 V			
	<i>I sc:</i>	4,95 A			
	<i>Voc:</i>	39,3 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	5,2 Ohm	0,7 Ohm	651,3 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-90 W			
	<i>Rp:</i>	270 Ohm	298 Ohm	-9,4 %	
	<i>FF:</i>	0,56	0,77	-27,6 %	
	<i>NOCT:</i>	45 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	48,5 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	900 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	52,2 °C			

Additional Informations

File: \...\3η επίσκεψη\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\8.3 18-10-2012 11_52_16.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

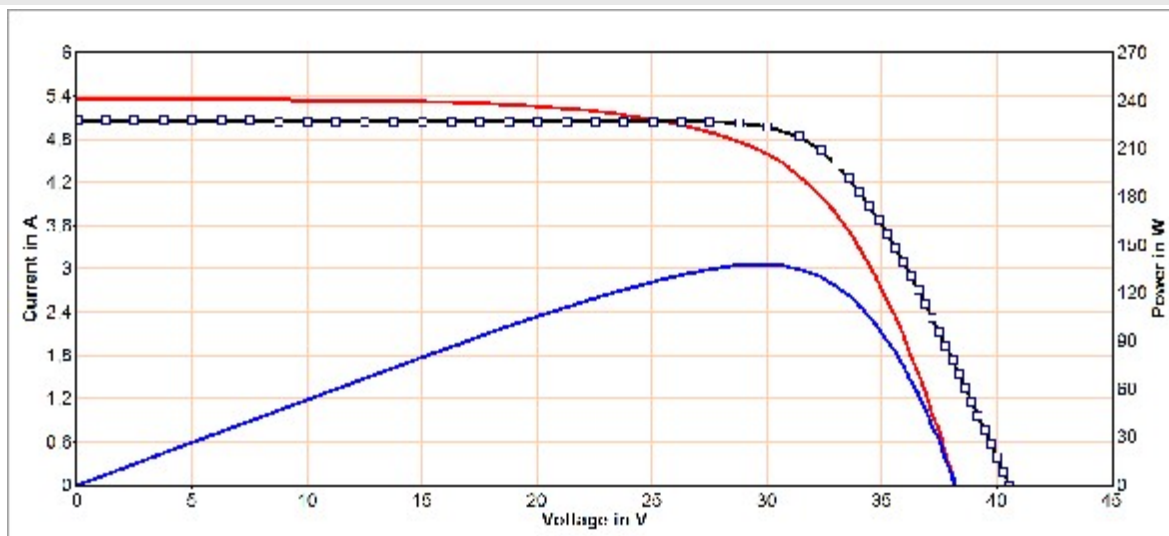
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100987381

Date of measurement: 18.10.2012 11:52:16

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	181,3 Wp	190,0 W	-4,6 %
	<i>Ppk max:</i>	190,4 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	172,2 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	5,05 A	5,22 A	-3,3 %	
	<i>Vpmax0:</i>	35,9 V	36,4 V	-1,3 %	
	<i>I sc0:</i>	5,78 A	5,46 A	5,9 %	
	<i>Voc0:</i>	43,8 V	45,2 V	-3,0 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	138,1 W		
	<i>I pmax:</i>	4,68 A			
	<i>Vpmax:</i>	29,5 V			
	<i>I sc:</i>	5,36 A			
	<i>Voc:</i>	38,2 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	1,3 Ohm	0,7 Ohm	81,7 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-15 W			
	<i>Rp:</i>	342 Ohm	298 Ohm	14,7 %	
	<i>FF:</i>	0,67	0,77	-12,3 %	
	<i>NOCT:</i>	58 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	63,6 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	926 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	55,8 °C			

Additional Informations

File: \...\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\8.4 140100987386 17-06-2013 11_17_18.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

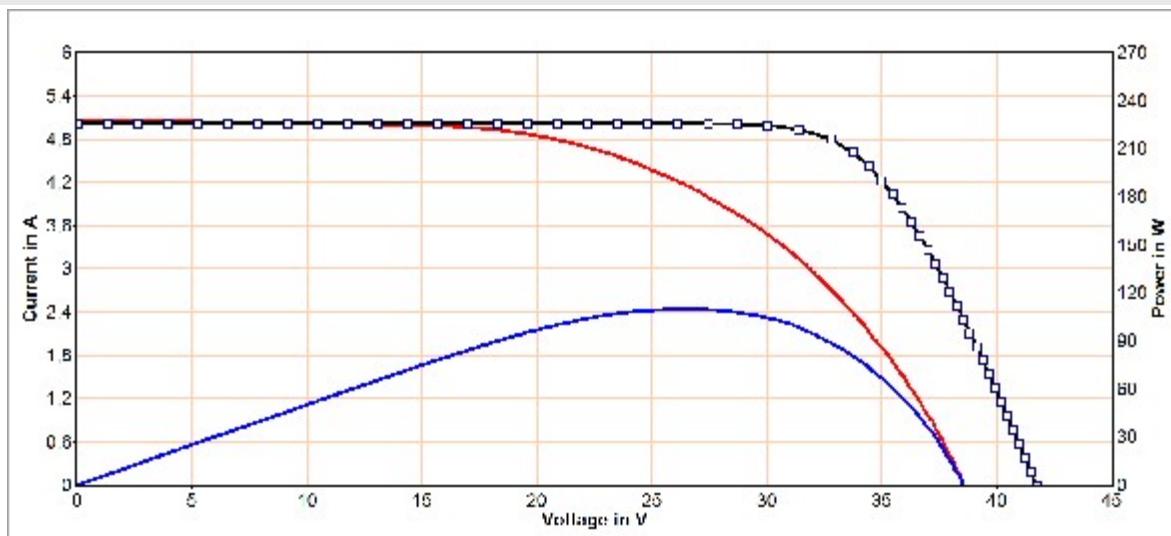
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100987386

Date of measurement: 17.06.2013 11:17:18

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	136,2 Wp	190,0 W	-28,3 %
	<i>Ppk max:</i>	143,0 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	129,4 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,56 A	5,22 A	-12,6 %	
	<i>Vpmax0:</i>	29,9 V	36,4 V	-18,0 %	
	<i>I sc0:</i>	5,48 A	5,46 A	0,4 %	
	<i>Voc0:</i>	42,2 V	45,2 V	-6,7 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	110,3 W		
	<i>I pmax:</i>	4,20 A			
	<i>Vpmax:</i>	26,3 V			
	<i>I sc:</i>	5,04 A			
	<i>Voc:</i>	38,6 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	4,1 Ohm	0,7 Ohm	489,4 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-71 W			
	<i>Rp:</i>	364 Ohm	298 Ohm	22,3 %	
	<i>FF:</i>	0,57	0,77	-26,3 %	
	<i>NOCT:</i>	48 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	52,4 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	920 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	53,2 °C			

Additional Informations

File: \...\3η επίσκεψη\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\8.4 18-10-2012 12_02_42.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

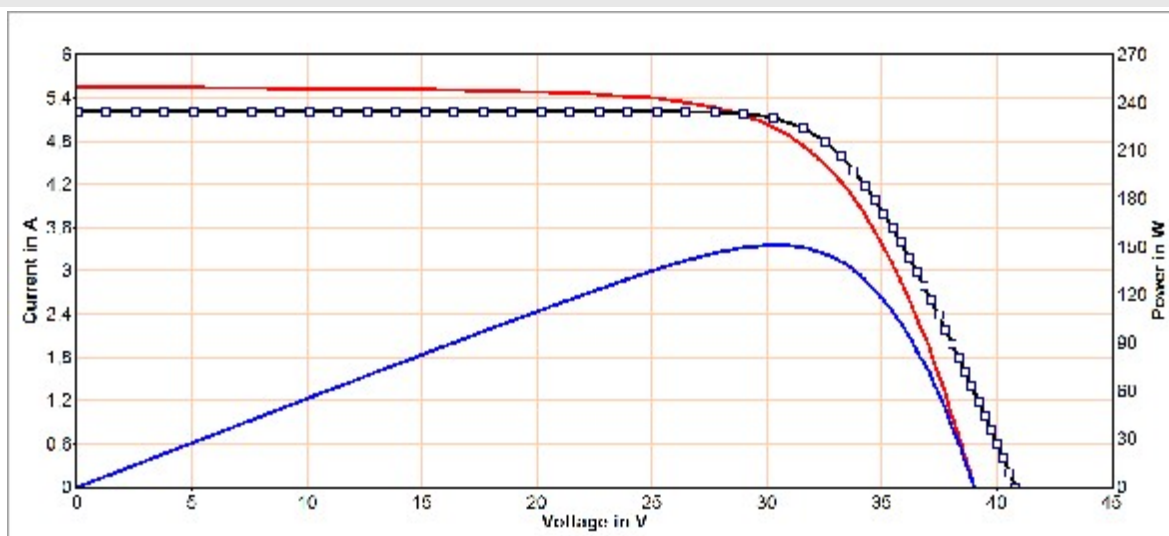
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100987386

Date of measurement: 18.10.2012 12:02:42

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	189,3 Wp	190,0 W	-0,4 %
	<i>Ppk max:</i>	198,7 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	179,8 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	5,24 A	5,22 A	0,4 %	
	<i>Vpmax0:</i>	36,1 V	36,4 V	-0,8 %	
	<i>I sc0:</i>	5,80 A	5,46 A	6,3 %	
	<i>Voc0:</i>	44,1 V	45,2 V	-2,5 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	151,6 W		
	<i>I pmax:</i>	5,01 A			
	<i>Vpmax:</i>	30,3 V			
	<i>I sc:</i>	5,54 A			
	<i>Voc:</i>	39,0 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	0,8 Ohm	0,7 Ohm	16,9 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-3 W			
	<i>Rp:</i>	451 Ohm	298 Ohm	51,4 %	
	<i>FF:</i>	0,70	0,77	-9,0 %	
	<i>NOCT:</i>	55 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	61,3 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	955 W/m ²			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	55,2 °C			

Additional Informations

File: \...\3η επίσκεψη\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\8.5 17-06-2013 11_25_32.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

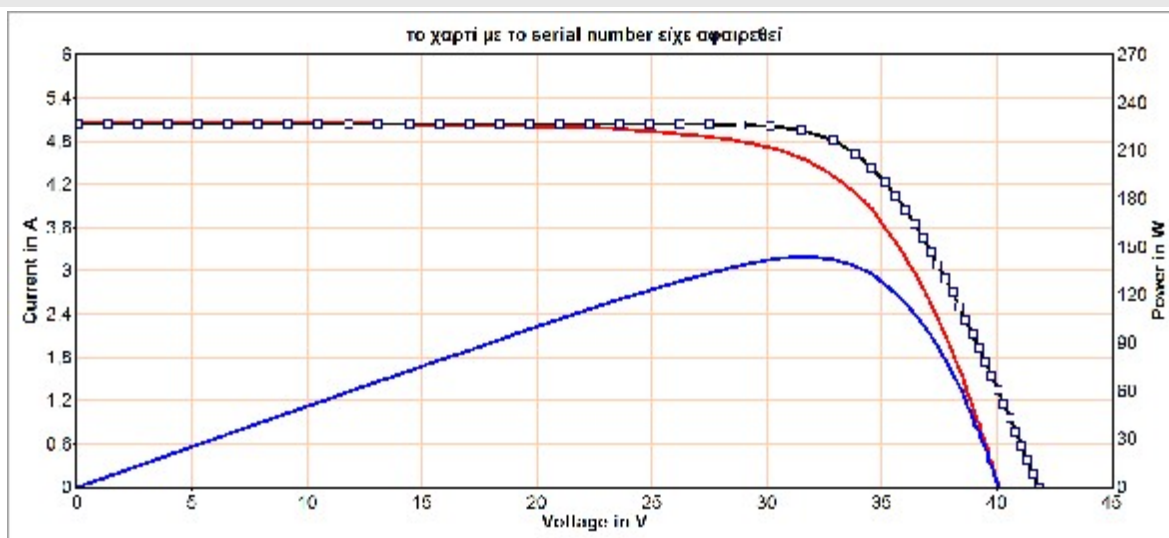
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: N/A S/N

Date of measurement: 17.06.2013 11:25:32

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	177,5 Wp	190,0 W	-6,6 %
	<i>Ppk max:</i>	186,4 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	168,7 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,96 A	5,22 A	-5,0 %	
	<i>Vpmax0:</i>	35,8 V	36,4 V	-1,6 %	
	<i>I sc0:</i>	5,49 A	5,46 A	0,5 %	
	<i>Voc0:</i>	44,0 V	45,2 V	-2,8 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	144,0 W		
	<i>I pmax:</i>	4,58 A			
	<i>Vpmax:</i>	31,5 V			
	<i>I sc:</i>	5,07 A			
	<i>Voc:</i>	40,1 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	0,9 Ohm	0,7 Ohm	24,1 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-4 W			
	<i>Rp:</i>	494 Ohm	298 Ohm	65,8 %	
	<i>FF:</i>	0,71	0,77	-7,8 %	
	<i>NOCT:</i>	47 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	51,5 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	923 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	55,1 °C			

Additional Informations

File: \...\3η επίσκεψη\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\8.5 18-10-2012 12_10_16.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

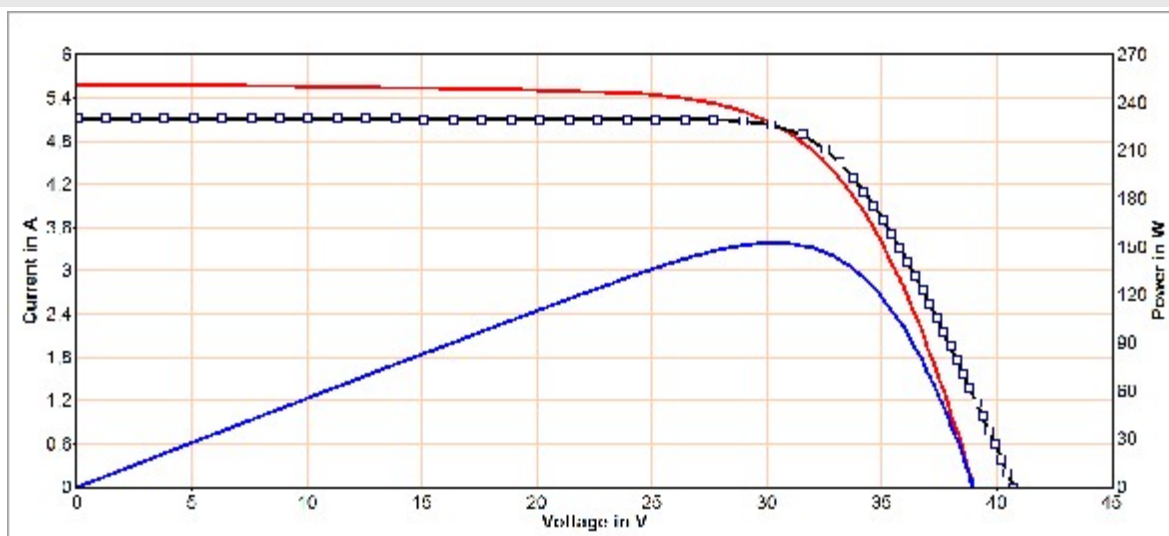
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 8.6

Date of measurement: 18.10.2012 12:10:16

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	195,0 Wp	190,0 W	2,6 %
	<i>Ppk max:</i>	204,7 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	185,2 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	5,40 A	5,22 A	3,5 %	
	<i>Vpmax0:</i>	36,1 V	36,4 V	-0,9 %	
	<i>I sc0:</i>	5,96 A	5,46 A	9,2 %	
	<i>Voc0:</i>	44,1 V	45,2 V	-2,4 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	152,7 W		
	<i>I pmax:</i>	5,06 A			
	<i>Vpmax:</i>	30,2 V			
	<i>I sc:</i>	5,58 A			
	<i>Voc:</i>	39,0 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	0,8 Ohm	0,7 Ohm	16,0 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-3 W			
	<i>Rp:</i>	459 Ohm	298 Ohm	54,0 %	
	<i>FF:</i>	0,70	0,77	-8,9 %	
	<i>NOCT:</i>	56 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	61,9 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	937 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	55,6 °C			

Additional Informations

File: \...\3η επίσκεψη\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\8.6 17-06-2013 11_27_14.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: N/A S/N

Date of measurement: 17.06.2013 11:27:14

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	178,3 Wp	190,0 W	-6,2 %
	<i>Ppk max:</i>	187,2 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	169,4 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,99 A	5,22 A	-4,4 %	
	<i>Vpmax0:</i>	35,7 V	36,4 V	-1,9 %	
	<i>I sc0:</i>	5,48 A	5,46 A	0,3 %	
	<i>Voc0:</i>	43,9 V	45,2 V	-2,9 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	144,8 W		
	<i>I pmax:</i>	4,61 A			
	<i>Vpmax:</i>	31,4 V			
	<i>I sc:</i>	5,06 A			
	<i>Voc:</i>	40,0 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	0,8 Ohm	0,7 Ohm	21,4 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-4 W			
	<i>Rp:</i>	530 Ohm	298 Ohm	78,0 %	
	<i>FF:</i>	0,72	0,77	-7,1 %	
	<i>NOCT:</i>	48 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	51,9 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	924 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	55,4 °C			

Additional Informations

File: \...\3η επίσκεψη\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\8.6 18-10-2012 12_11_10.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

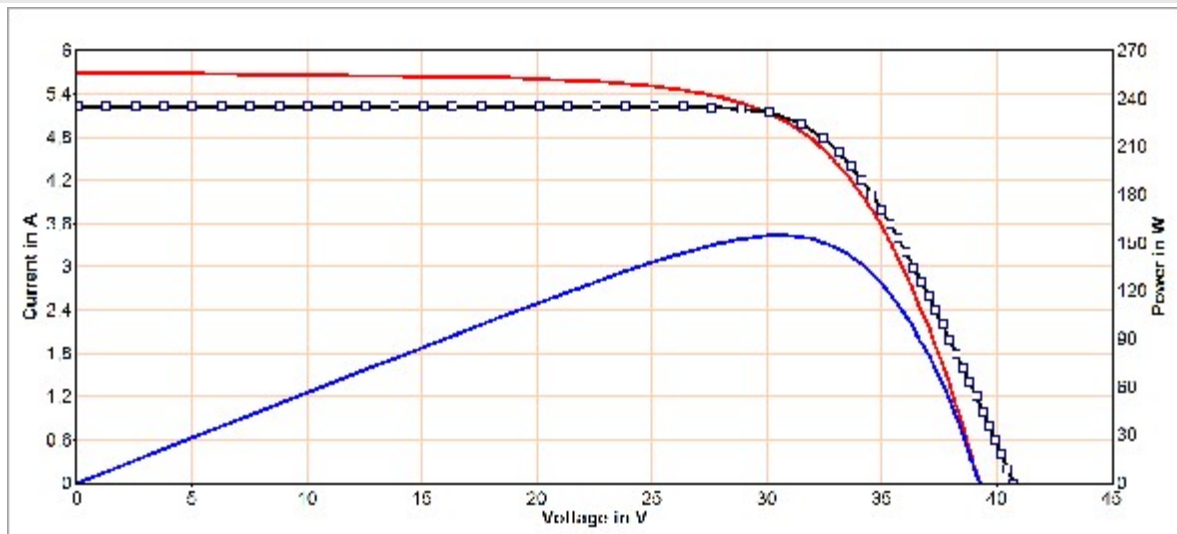
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: --

Date of measurement: 18.10.2012 12:11:10

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	193,8 Wp	190,0 W	2,0 %
	<i>Ppk max:</i>	203,5 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	184,1 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	5,31 A	5,22 A	1,8 %	
	<i>Vpmax0:</i>	36,5 V	36,4 V	0,2 %	
	<i>I sc0:</i>	5,93 A	5,46 A	8,6 %	
	<i>Voc0:</i>	44,5 V	45,2 V	-1,6 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	154,8 W		
	<i>I pmax:</i>	5,09 A			
	<i>Vpmax:</i>	30,4 V			
	<i>I sc:</i>	5,68 A			
	<i>Voc:</i>	39,3 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	0,9 Ohm	0,7 Ohm	25,3 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-5 W			
	<i>Rp:</i>	416 Ohm	298 Ohm	39,6 %	
	<i>FF:</i>	0,69	0,77	-9,9 %	
	<i>NOCT:</i>	55 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	62,2 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	958 W/m ²			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	56,2 °C			

Additional Informations

File: \...\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\8.7 140100926790 17-06-2013 11_36_24.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

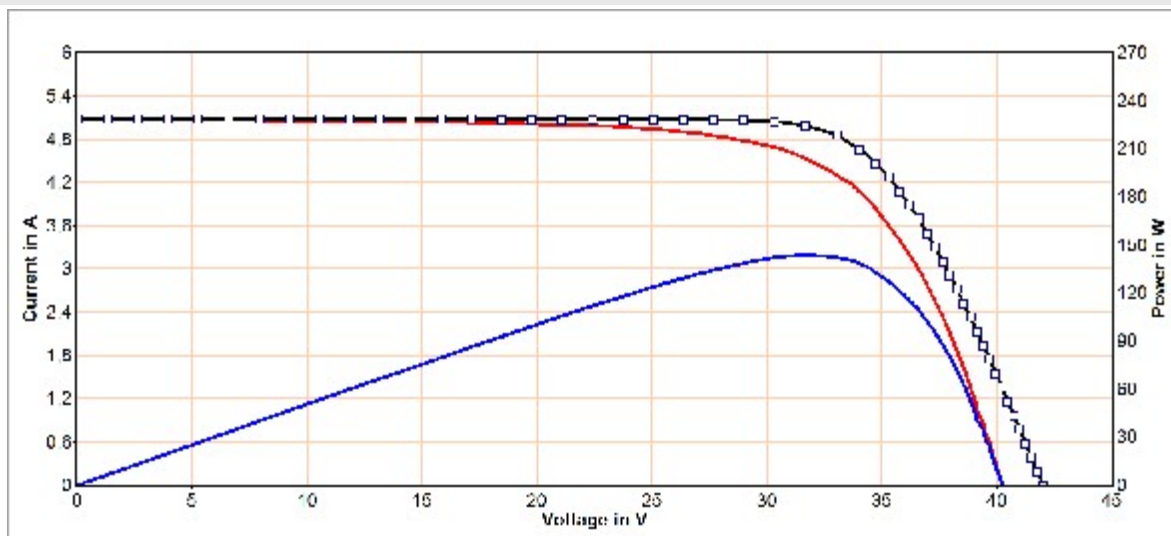
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

Plant part: 140100926790

Date of measurement: 17.06.2013 11:36:24

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	174,8 Wp	190,0 W	-8,0 %
	<i>Ppk max:</i>	183,5 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	166,1 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,87 A	5,22 A	-6,7 %	
	<i>Vpmax0:</i>	35,9 V	36,4 V	-1,4 %	
	<i>I sc0:</i>	5,45 A	5,46 A	-0,3 %	
	<i>Voc0:</i>	44,0 V	45,2 V	-2,7 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	143,7 W		
	<i>I pmax:</i>	4,53 A			
	<i>Vpmax:</i>	31,7 V			
	<i>I sc:</i>	5,07 A			
	<i>Voc:</i>	40,2 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	0,9 Ohm	0,7 Ohm	27,4 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-5 W			
	<i>Rp:</i>	453 Ohm	298 Ohm	52,2 %	
	<i>FF:</i>	0,70	0,77	-8,5 %	
	<i>NOCT:</i>	46 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	50,0 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	931 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	55,3 °C			

Additional Informations

File: \...\3η επίσκεψη\συγκριτικό μετρήσεων\25-52\8.7 18-10-2012 12_36_20.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 9,88kWp

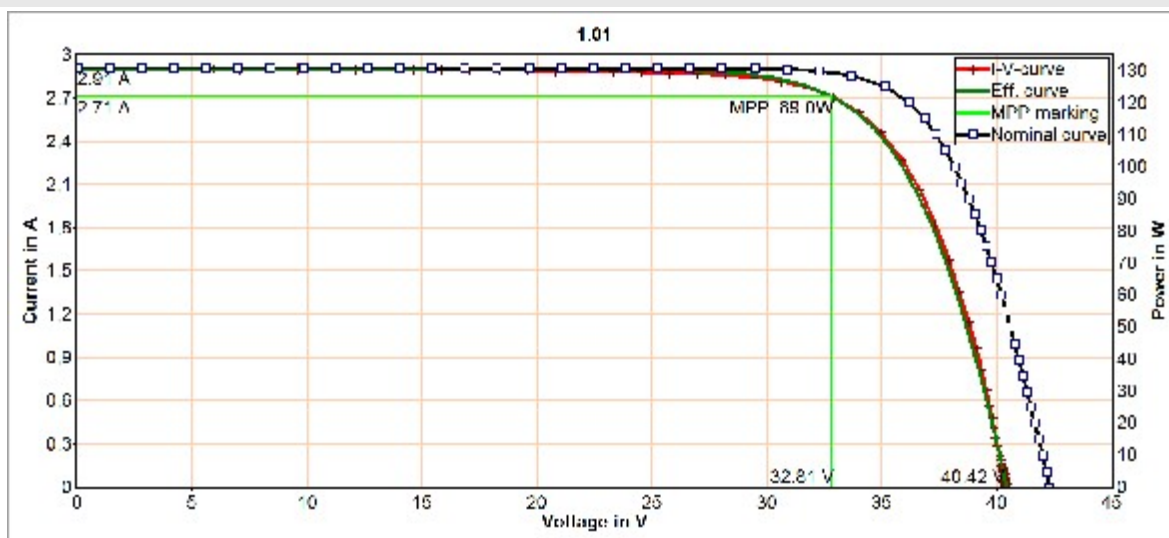
Plant part: 140100926790

Date of measurement: 18.10.2012 12:36:20

Description:

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 5KW
ΑΥΛΙΔΑ

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	178,5 Wp	190,0 W	-6,1 %
	<i>Ppk max:</i>	187,4 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	169,6 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	5,10 A	5,22 A	-2,4 %	
	<i>Vpmax0:</i>	35,0 V	36,4 V	-3,8 %	
	<i>I sc0:</i>	5,46 A	5,46 A	-0,1 %	
	<i>Voc0:</i>	44,3 V	45,2 V	-2,0 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	89,0 W		
	<i>I pmax:</i>	2,71 A			
	<i>Vpmax:</i>	32,8 V			
	<i>I sc:</i>	2,91 A			
	<i>Voc:</i>	40,4 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	1,2 Ohm	0,7 Ohm	67,0 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-12 W			
	<i>Rp:</i>	779 Ohm	298 Ohm	161,6 %	
	<i>FF:</i>	0,76	0,77	-1,5 %	
	<i>NOCT:</i>	50 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	39,9 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	533 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	44,1 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\String 1\1.01 12-07-2013 09_22_04.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

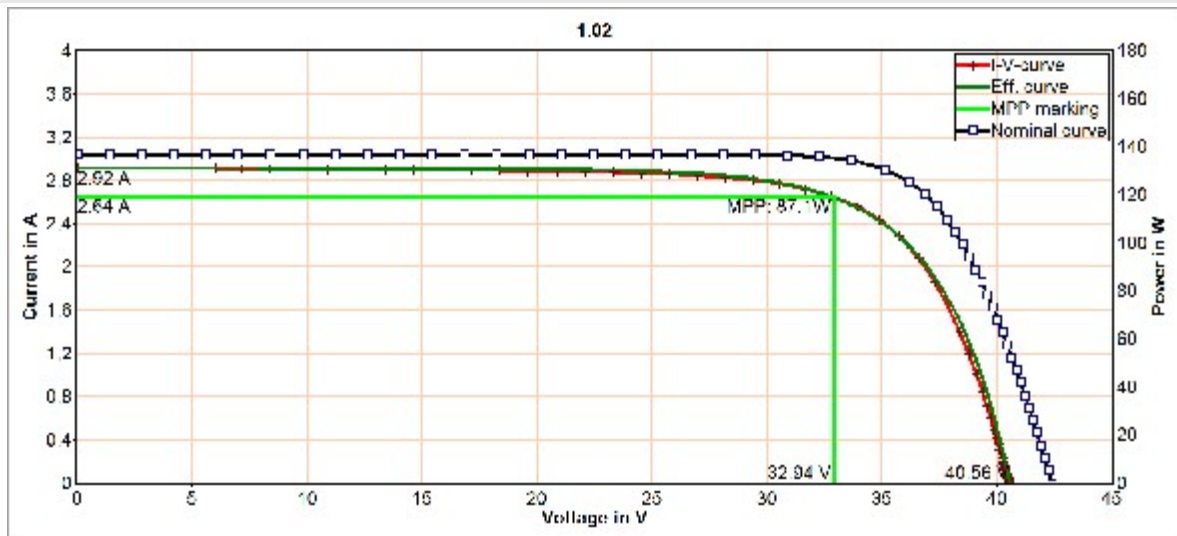
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 4,18kWp

Plant part: 1.01

Date of measurement: 12.07.2013 09:22:04

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	178,3 Wp	190,0 W	-6,2 %
	<i>Ppk max:</i>	187,2 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	169,4 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,75 A	5,22 A	-9,1 %	
	<i>Vpmax0:</i>	37,6 V	36,4 V	3,2 %	
	<i>I sc0:</i>	5,23 A	5,46 A	-4,1 %	
	<i>Voc0:</i>	45,7 V	45,2 V	1,1 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	87,1 W		
	<i>I pmax:</i>	2,64 A			
	<i>Vpmax:</i>	32,9 V			
	<i>I sc:</i>	2,92 A			
	<i>Voc:</i>	40,6 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	1,3 Ohm	0,7 Ohm	81,7 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-13 W			
	<i>Rp:</i>	848 Ohm	298 Ohm	184,9 %	
	<i>FF:</i>	0,74	0,77	-4,4 %	
	<i>NOCT:</i>	48 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	39,6 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	557 W/m ²			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	44,1 °C			

Additional Informations

File: \...μετρήσεις\Measurement series1\String 1\1.02 12-07-2013 09_21_32.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

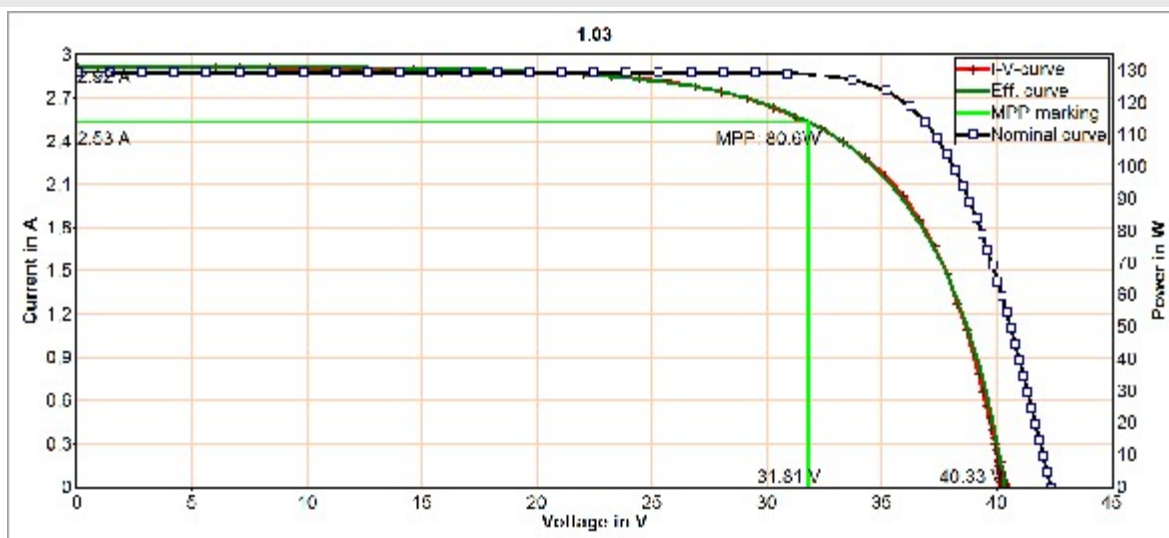
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 4,18kWp

Plant part: 1.02

Date of measurement: 12.07.2013 09:21:32

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	186,3 Wp	190,0 W	-1,9 %
	<i>Ppk max:</i>	195,7 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	177,0 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,81 A	5,22 A	-7,9 %	
	<i>Vpmax0:</i>	38,8 V	36,4 V	6,5 %	
	<i>I sc0:</i>	5,54 A	5,46 A	1,4 %	
	<i>Voc0:</i>	47,6 V	45,2 V	5,2 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	80,6 W		
	<i>I pmax:</i>	2,53 A			
	<i>Vpmax:</i>	31,8 V			
	<i>I sc:</i>	2,92 A			
	<i>Voc:</i>	40,3 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	2,1 Ohm	0,7 Ohm	206,7 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-33 W			
	<i>Rp:</i>	583 Ohm	298 Ohm	95,8 %	
	<i>FF:</i>	0,68	0,77	-11,1 %	
	<i>NOCT:</i>	50 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	39,6 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	527 W/m ²			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	44,0 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\String 1\1.03 12-07-2013 09_21_00.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

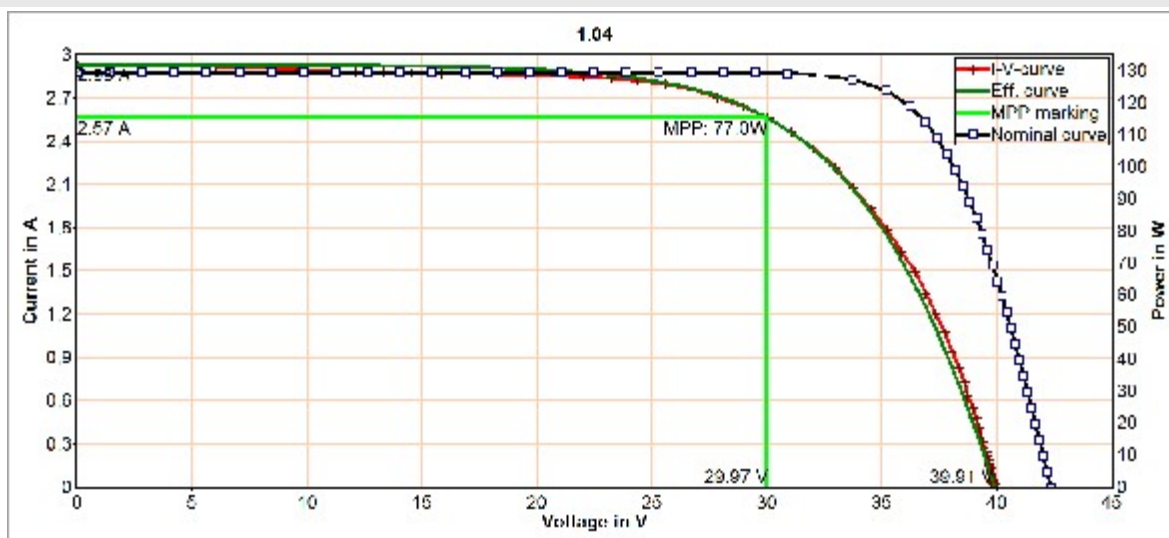
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 4,18kWp

Plant part: 1.03

Date of measurement: 12.07.2013 09:21:00

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	160,8 Wp	190,0 W	-15,4 %
	<i>Ppk max:</i>	168,9 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	152,8 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,87 A	5,22 A	-6,6 %	
	<i>Vpmax0:</i>	33,0 V	36,4 V	-9,4 %	
	<i>I sc0:</i>	5,56 A	5,46 A	1,8 %	
	<i>Voc0:</i>	45,1 V	45,2 V	-0,1 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	77,0 W		
	<i>I pmax:</i>	2,57 A			
	<i>Vpmax:</i>	30,0 V			
	<i>I sc:</i>	2,93 A			
	<i>Voc:</i>	39,9 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	2,9 Ohm	0,7 Ohm	317,5 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-53 W			
	<i>Rp:</i>	741 Ohm	298 Ohm	148,9 %	
	<i>FF:</i>	0,66	0,77	-14,4 %	
	<i>NOCT:</i>	50 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	39,6 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	527 W/m ²			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	43,9 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\String 1\1.04 12-07-2013 09_20_34.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

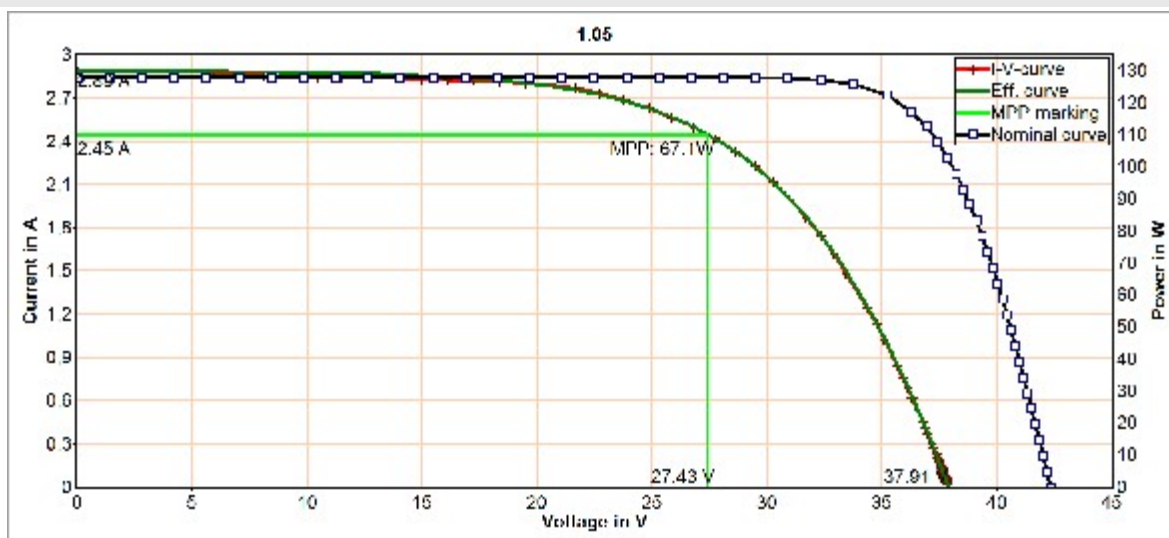
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 4,18kWp

Plant part: 1.04

Date of measurement: 12.07.2013 09:20:34

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	143,5 Wp	190,0 W	-24,5 %
	Ppk max:	150,7 W	195,0 W		
	Ppk min:	136,3 W	190,0 W		
	I pmax0:	4,70 A	5,22 A	-10,0 %	
	Vpmax0:	30,6 V	36,4 V	-16,0 %	
	I sc0:	5,54 A	5,46 A	1,5 %	
	Voc0:	43,5 V	45,2 V	-3,7 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	67,1 W		
	I pmax:	2,45 A			
	Vpmax:	27,4 V			
	I sc:	2,89 A			
	Voc:	37,9 V			
<i>Calculated values:</i>		Rs:	5,1 Ohm	0,7 Ohm	625,8 %
	Losses by add. Rs:	-96 W			
	Rp:	581 Ohm	298 Ohm	95,1 %	
	FF:	0,61	0,77	-20,4 %	
	NOCT:	50 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	39,5 °C		
	Irradiance E eff:	521 W/m ²			
	Temperature reference cell T ref:	43,7 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\String 1\1.05 12-07-2013 09_19_08.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

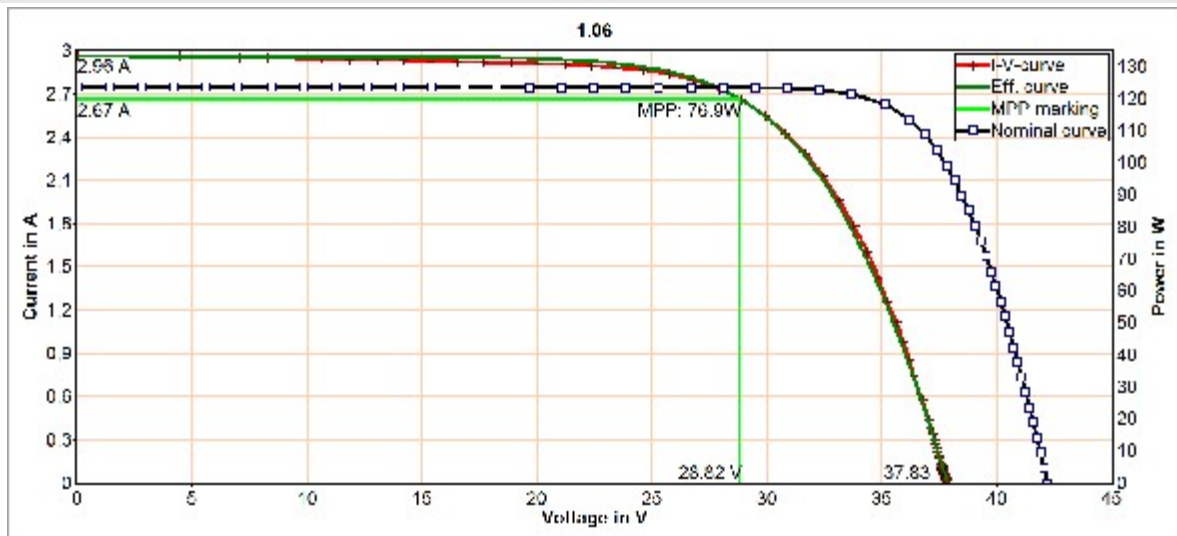
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 4,18kWp

Plant part: 1.05

Date of measurement: 12.07.2013 09:19:08

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	161,7 Wp	190,0 W	-14,9 %
	Ppk max:	169,7 W	195,0 W		
	Ppk min:	153,6 W	190,0 W		
	I pmax0:	5,30 A	5,22 A	1,6 %	
	Vpmax0:	30,5 V	36,4 V	-16,2 %	
	I sc0:	5,88 A	5,46 A	7,8 %	
	Voc0:	42,2 V	45,2 V	-6,7 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	76,9 W		
	I pmax:	2,67 A			
	Vpmax:	28,8 V			
	I sc:	2,96 A			
	Voc:	37,8 V			
<i>Calculated values:</i>		Rs:	1,8 Ohm	0,7 Ohm	159,8 %
	Losses by add. Rs:	-31 W			
	Rp:	826 Ohm	298 Ohm	177,3 %	
	FF:	0,69	0,77	-10,9 %	
	NOCT:	52 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	39,9 °C		
	Irradiance E eff:	503 W/m2			
	Temperature reference cell T ref:	44,0 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\String 1\1.06 12-07-2013 09_22_48.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

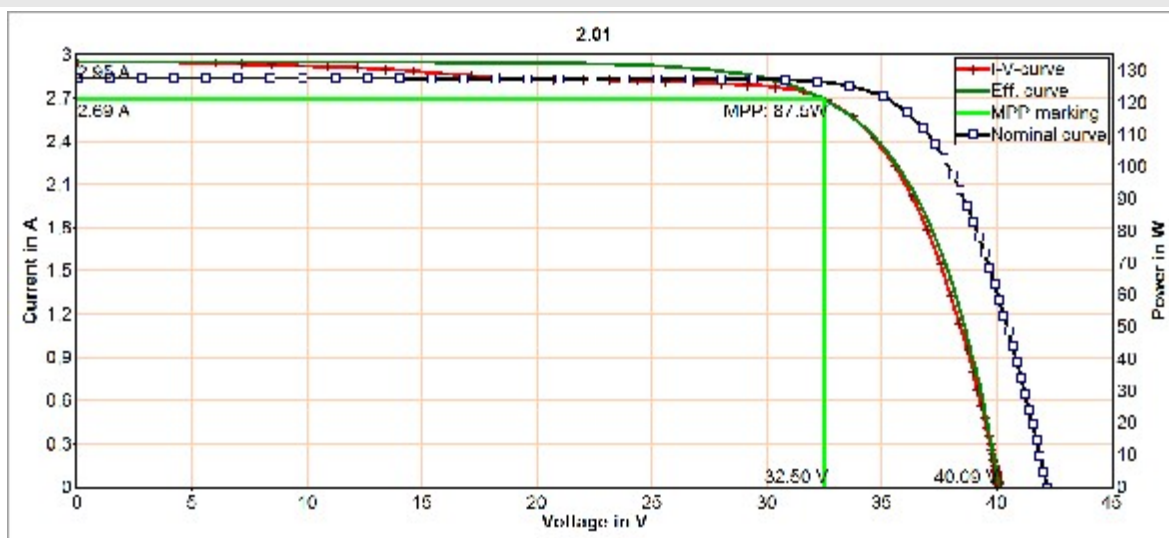
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 4,18kWp

Plant part: 1.06

Date of measurement: 12.07.2013 09:22:48

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	190,4 Wp	190,0 W	0,2 %
	<i>Ppk max:</i>	199,9 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	180,9 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	5,19 A	5,22 A	-0,7 %	
	<i>Vpmax0:</i>	36,7 V	36,4 V	0,9 %	
	<i>I sc0:</i>	5,68 A	5,46 A	4,0 %	
	<i>Voc0:</i>	45,2 V	45,2 V	0,1 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	87,5 W		
	<i>I pmax:</i>	2,69 A			
	<i>Vpmax:</i>	32,5 V			
	<i>I sc:</i>	2,95 A			
	<i>Voc:</i>	40,1 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	1,2 Ohm	0,7 Ohm	75,1 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-14 W			
	<i>Rp:</i>	880 Ohm	298 Ohm	195,7 %	
	<i>FF:</i>	0,74	0,77	-3,9 %	
	<i>NOCT:</i>	51 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	40,4 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	519 W/m ²			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	43,9 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\String 2\2.01 12-07-2013 09_25_38.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

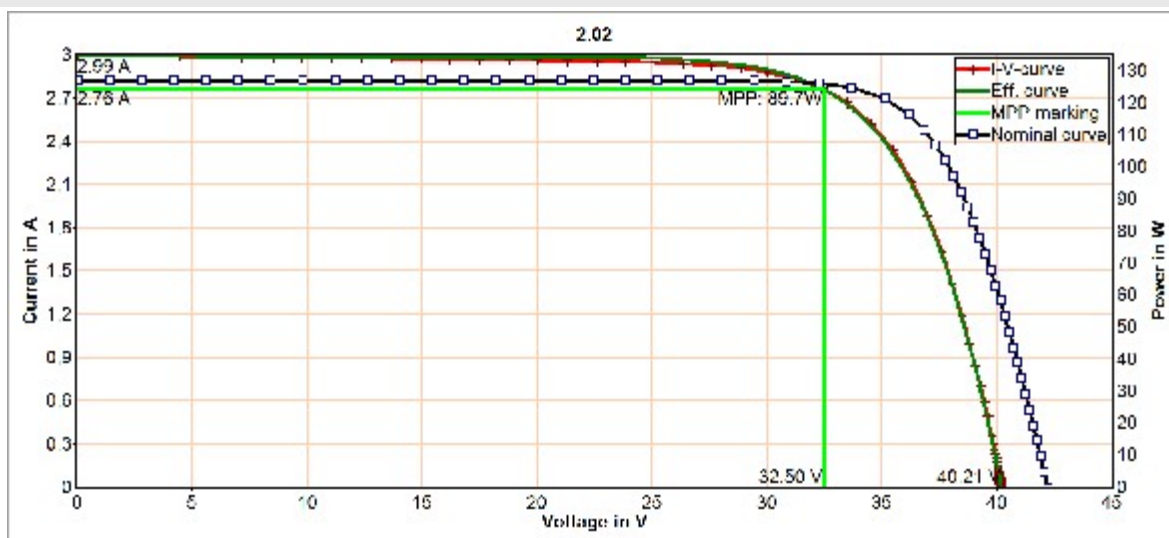
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 4,18kWp

Plant part: 2.01

Date of measurement: 12.07.2013 09:25:38

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	190,0 Wp	190,0 W	0,0 %
	<i>Ppk max:</i>	199,5 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	180,5 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	5,34 A	5,22 A	2,3 %	
	<i>Vpmax0:</i>	35,6 V	36,4 V	-2,2 %	
	<i>I sc0:</i>	5,79 A	5,46 A	6,0 %	
	<i>Voc0:</i>	44,7 V	45,2 V	-1,0 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	89,7 W		
	<i>I pmax:</i>	2,76 A			
	<i>Vpmax:</i>	32,5 V			
	<i>I sc:</i>	2,99 A			
	<i>Voc:</i>	40,2 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	1,2 Ohm	0,7 Ohm	70,6 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-14 W			
	<i>Rp:</i>	907 Ohm	298 Ohm	204,7 %	
	<i>FF:</i>	0,75	0,77	-3,1 %	
	<i>NOCT:</i>	51 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	40,2 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	517 W/m ²			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	43,7 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\String 2\2.02 12-07-2013 09_24_58.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

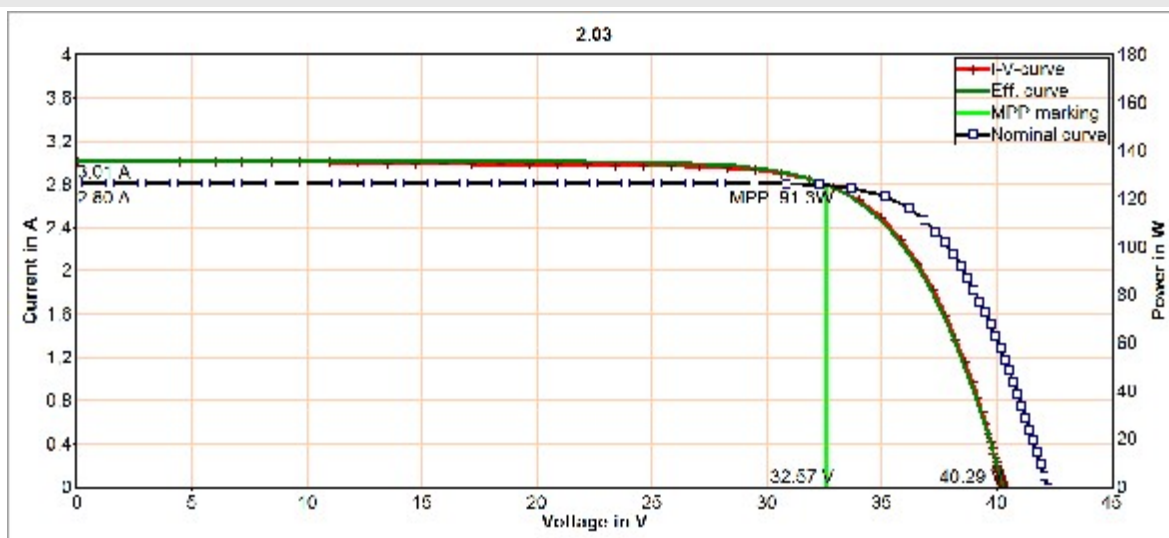
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 4,18kWp

Plant part: 2.02

Date of measurement: 12.07.2013 09:24:58

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	189,9 Wp	190,0 W	-0,1 %
	<i>Ppk max:</i>	199,4 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	180,4 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	5,43 A	5,22 A	4,1 %	
	<i>Vpmax0:</i>	34,9 V	36,4 V	-4,0 %	
	<i>I sc0:</i>	5,84 A	5,46 A	7,0 %	
	<i>Voc0:</i>	44,4 V	45,2 V	-1,7 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	91,3 W		
	<i>I pmax:</i>	2,80 A			
	<i>Vpmax:</i>	32,6 V			
	<i>I sc:</i>	3,01 A			
	<i>Voc:</i>	40,3 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	1,2 Ohm	0,7 Ohm	66,0 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-14 W			
	<i>Rp:</i>	795 Ohm	298 Ohm	167,0 %	
	<i>FF:</i>	0,75	0,77	-2,3 %	
	<i>NOCT:</i>	51 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	40,2 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	516 W/m ²			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	43,8 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\String 2\2.03 12-07-2013 09_24_36.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

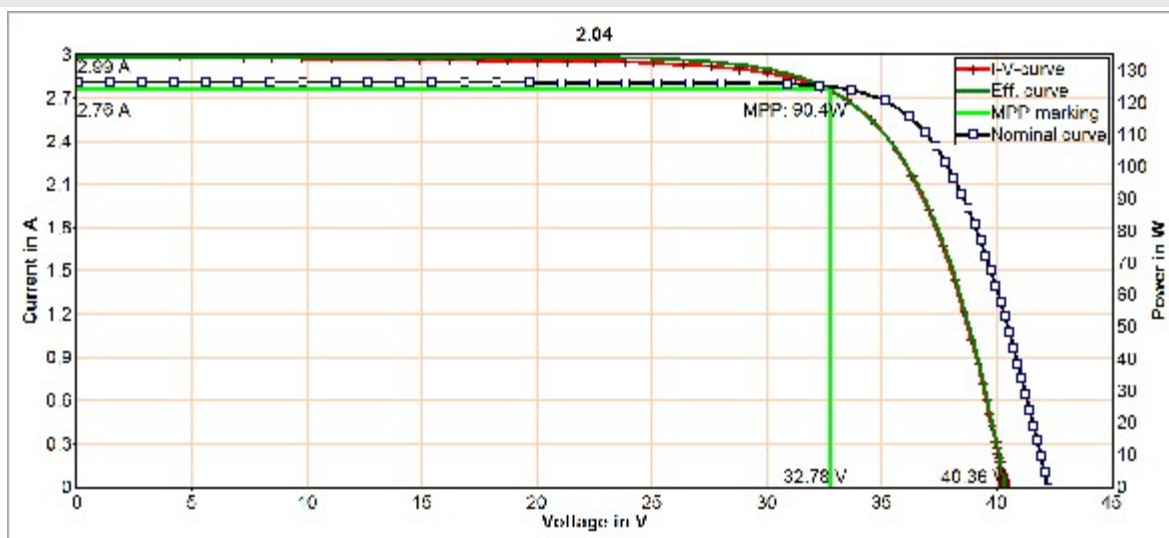
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 4,18kWp

Plant part: 2.03

Date of measurement: 12.07.2013 09:24:36

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	193,5 Wp	190,0 W	1,9 %
	<i>Ppk max:</i>	203,2 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	183,9 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	5,36 A	5,22 A	2,7 %	
	<i>Vpmax0:</i>	36,1 V	36,4 V	-0,8 %	
	<i>I sc0:</i>	5,81 A	5,46 A	6,3 %	
	<i>Voc0:</i>	45,0 V	45,2 V	-0,5 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	90,4 W		
	<i>I pmax:</i>	2,76 A			
	<i>Vpmax:</i>	32,8 V			
	<i>I sc:</i>	2,99 A			
	<i>Voc:</i>	40,4 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	1,2 Ohm	0,7 Ohm	66,5 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-13 W			
	<i>Rp:</i>	921 Ohm	298 Ohm	209,3 %	
	<i>FF:</i>	0,75	0,77	-2,6 %	
	<i>NOCT:</i>	51 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	40,1 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	514 W/m ²			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	43,8 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\String 2\2.04 12-07-2013 09_24_08.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

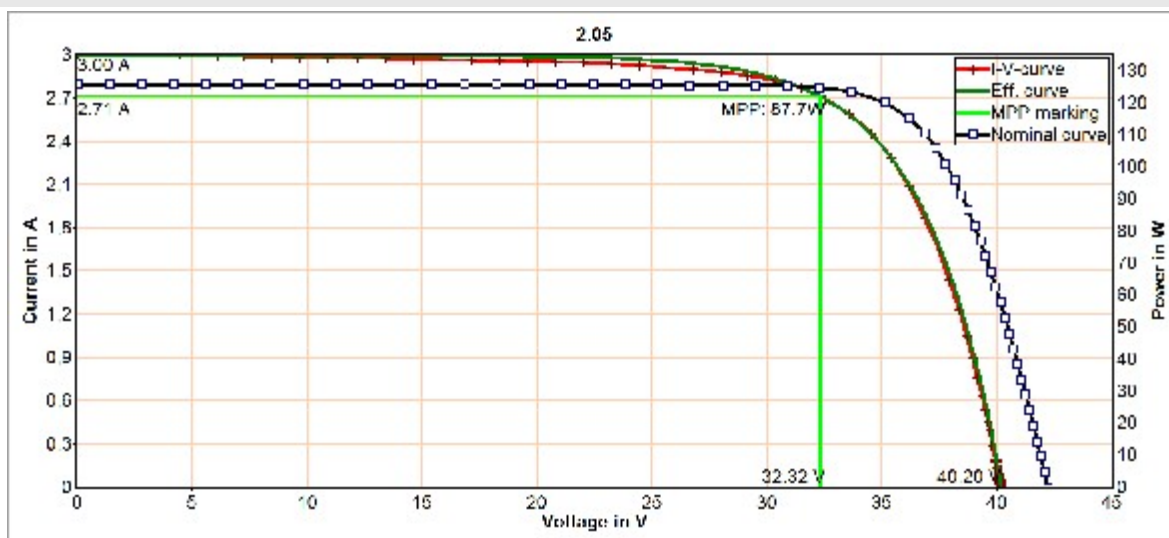
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 4,18kWp

Plant part: 2.04

Date of measurement: 12.07.2013 09:24:08

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	195,6 Wp	190,0 W	3,0 %
	<i>Ppk max:</i>	205,4 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	185,8 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	5,31 A	5,22 A	1,7 %	
	<i>Vpmax0:</i>	36,9 V	36,4 V	1,3 %	
	<i>I sc0:</i>	5,86 A	5,46 A	7,3 %	
	<i>Voc0:</i>	45,7 V	45,2 V	1,1 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	87,7 W		
	<i>I pmax:</i>	2,71 A			
	<i>Vpmax:</i>	32,3 V			
	<i>I sc:</i>	3,00 A			
	<i>Voc:</i>	40,2 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	1,3 Ohm	0,7 Ohm	86,3 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-17 W			
	<i>Rp:</i>	822 Ohm	298 Ohm	176,0 %	
	<i>FF:</i>	0,73	0,77	-5,5 %	
	<i>NOCT:</i>	51 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	40,0 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	512 W/m ²			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	43,7 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\String 2\2.05 12-07-2013 09_23_42.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

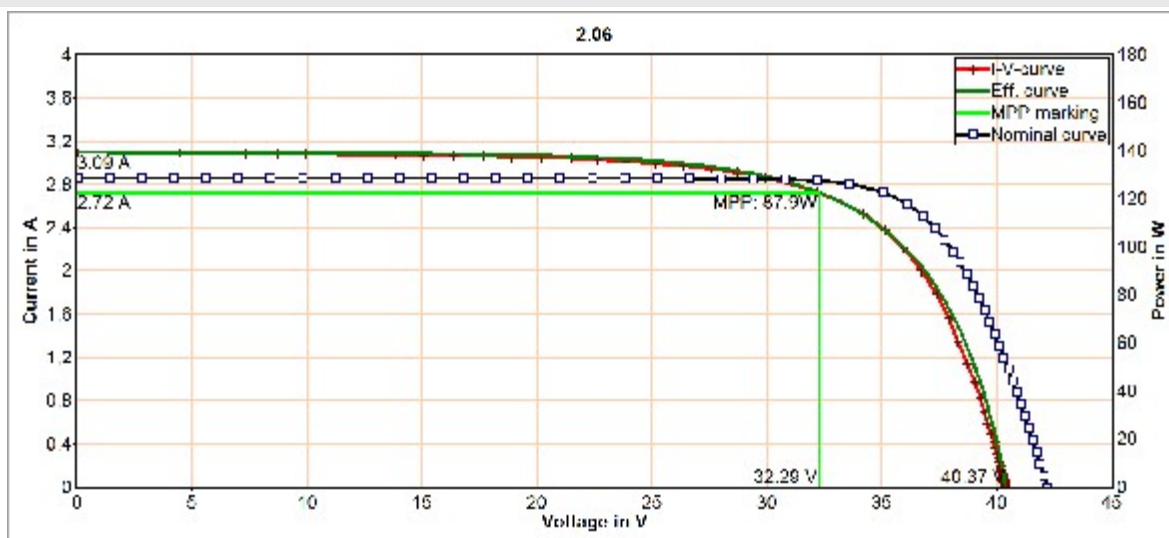
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 4,18kWp

Plant part: 2.05

Date of measurement: 12.07.2013 09:23:42

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	203,7 Wp	190,0 W	7,2 %
	Ppk max:	213,9 W	195,0 W		
	Ppk min:	193,5 W	190,0 W		
	I pmax0:	5,20 A	5,22 A	-0,3 %	
	Vpmax0:	39,2 V	36,4 V	7,6 %	
	I sc0:	5,91 A	5,46 A	8,3 %	
	Voc0:	47,4 V	45,2 V	4,8 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	87,9 W		
	I pmax:	2,72 A			
	Vpmax:	32,3 V			
	I sc:	3,09 A			
	Voc:	40,4 V			
<i>Calculated values:</i>		Rs:	1,5 Ohm	0,7 Ohm	108,3 %
	Losses by add. Rs:	-20 W			
	Rp:	615 Ohm	298 Ohm	106,6 %	
	FF:	0,70	0,77	-8,6 %	
	NOCT:	51 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	40,5 °C		
	Irradiance E eff:	523 W/m2			
	Temperature reference cell T ref:	44,0 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\String 2\2.06 12-07-2013 09_26_36.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

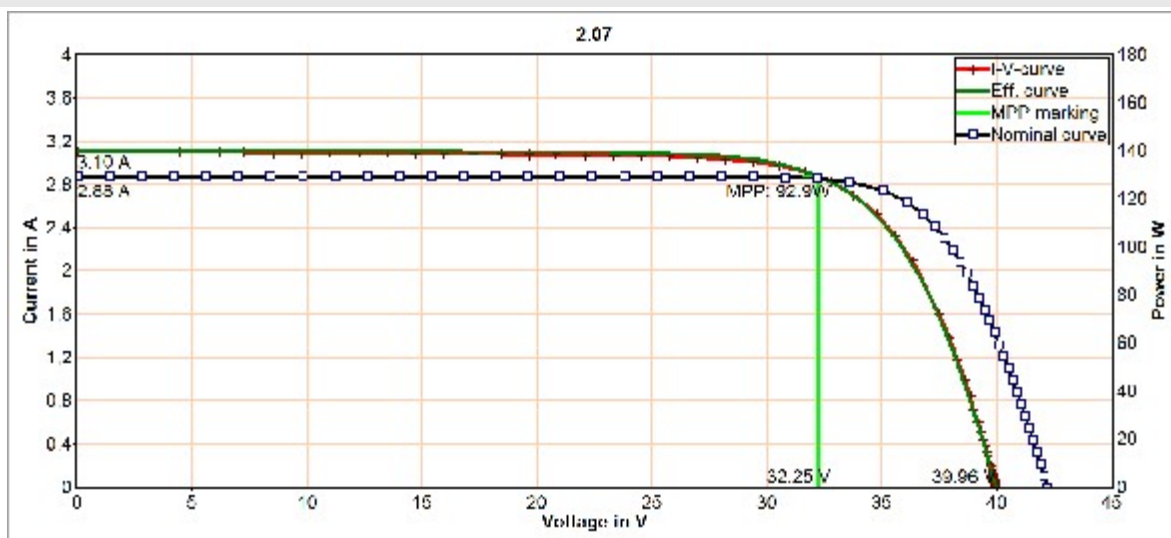
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 4,18kWp

Plant part: 2.06

Date of measurement: 12.07.2013 09:26:36

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		Measurm.:	Nominal:	Deviation:	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	190,2 Wp	190,0 W	0,1 %
	Ppk max:	199,7 W	195,0 W		
	Ppk min:	180,6 W	190,0 W		
	I pmax0:	5,47 A	5,22 A	4,8 %	
	Vpmax0:	34,8 V	36,4 V	-4,5 %	
	I sc0:	5,89 A	5,46 A	7,9 %	
	Voc0:	44,1 V	45,2 V	-2,5 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	92,9 W		
	I pmax:	2,88 A			
	Vpmax:	32,3 V			
	I sc:	3,10 A			
	Voc:	40,0 V			
<i>Calculated values:</i>		Rs:	1,1 Ohm	0,7 Ohm	62,0 %
	Losses by add. Rs:	-13 W			
	Rp:	789 Ohm	298 Ohm	164,8 %	
	FF:	0,75	0,77	-2,6 %	
	NOCT:	51 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	40,5 °C		
	Irradiance E eff:	527 W/m2			
	Temperature reference cell T ref:	44,3 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\String 2\2.07 12-07-2013 09_27_24.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

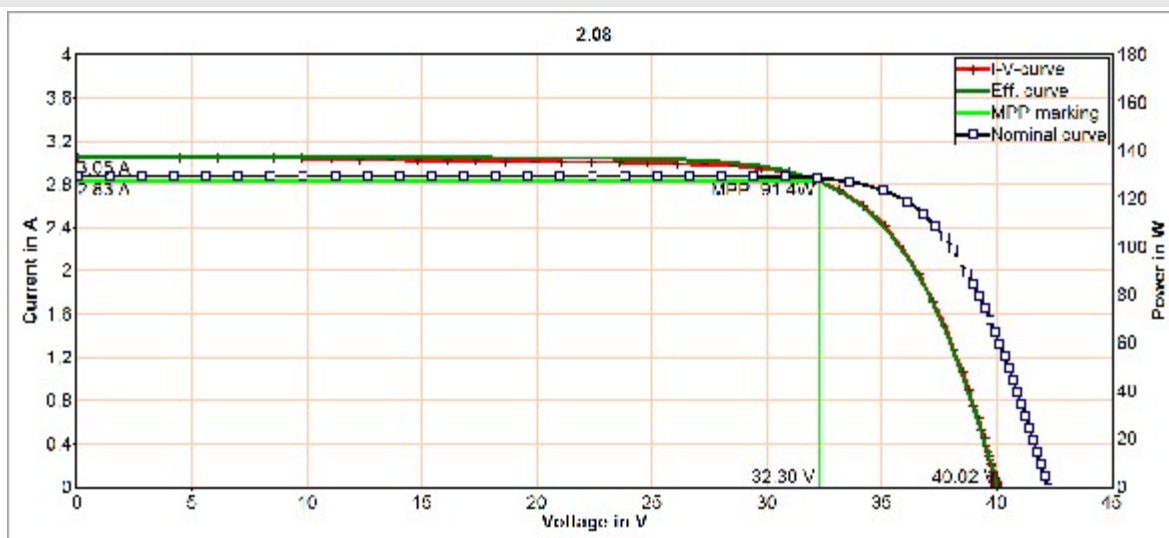
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 4,18kWp

Plant part: 2.07

Date of measurement: 12.07.2013 09:27:24

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	186,9 Wp	190,0 W	-1,6 %
	<i>Ppk max:</i>	196,2 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	177,5 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	5,36 A	5,22 A	2,8 %	
	<i>Vpmax0:</i>	34,8 V	36,4 V	-4,3 %	
	<i>I sc0:</i>	5,78 A	5,46 A	5,8 %	
	<i>Voc0:</i>	44,2 V	45,2 V	-2,3 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	91,4 W		
	<i>I pmax:</i>	2,83 A			
	<i>Vpmax:</i>	32,3 V			
	<i>I sc:</i>	3,05 A			
	<i>Voc:</i>	40,0 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	1,2 Ohm	0,7 Ohm	65,2 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-13 W			
	<i>Rp:</i>	809 Ohm	298 Ohm	171,7 %	
	<i>FF:</i>	0,75	0,77	-2,7 %	
	<i>NOCT:</i>	51 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	40,4 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	528 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	44,3 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\String 2\2.08 12-07-2013 09_27_42.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

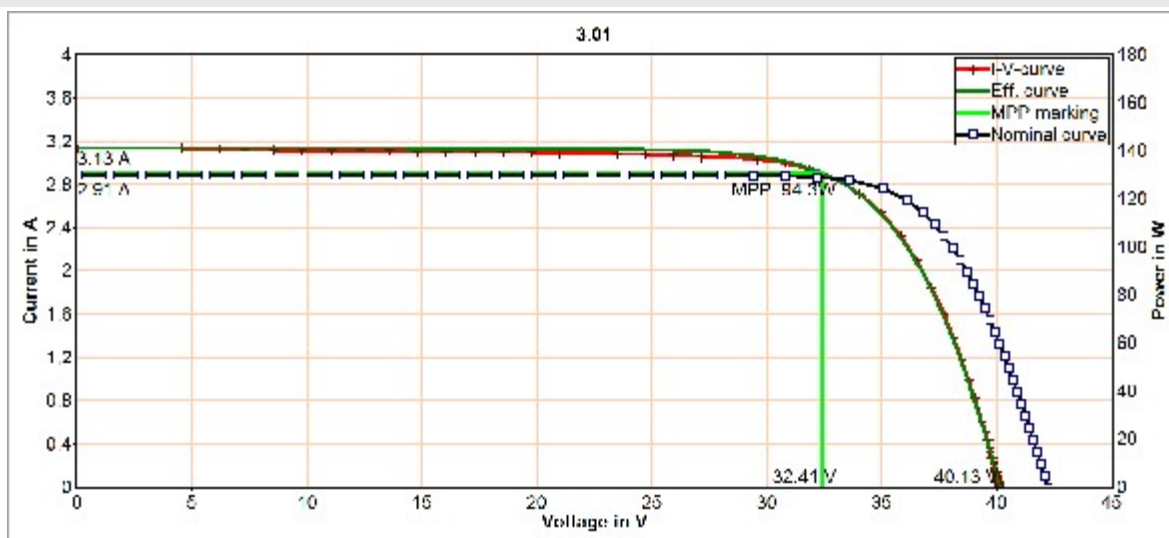
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 4,18kWp

Plant part: 2.08

Date of measurement: 12.07.2013 09:27:42

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	192,1 Wp	190,0 W	1,1 %
	Ppk max:	201,7 W	195,0 W		
	Ppk min:	182,5 W	190,0 W		
	I pmax0:	5,50 A	5,22 A	5,3 %	
	Vpmax0:	34,9 V	36,4 V	-4,0 %	
	I sc0:	5,92 A	5,46 A	8,4 %	
	Voc0:	44,3 V	45,2 V	-2,1 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	94,3 W		
	I pmax:	2,91 A			
	Vpmax:	32,4 V			
	I sc:	3,13 A			
	Voc:	40,1 V			
<i>Calculated values:</i>		Rs:	1,1 Ohm	0,7 Ohm	60,6 %
	Losses by add. Rs:	-13 W			
	Rp:	784 Ohm	298 Ohm	163,4 %	
	FF:	0,75	0,77	-2,6 %	
	NOCT:	51 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	40,4 °C		
	Irradiance E eff:	529 W/m2			
	Temperature reference cell T ref:	44,4 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\String 3\3.01 12-07-2013 09_28_12.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

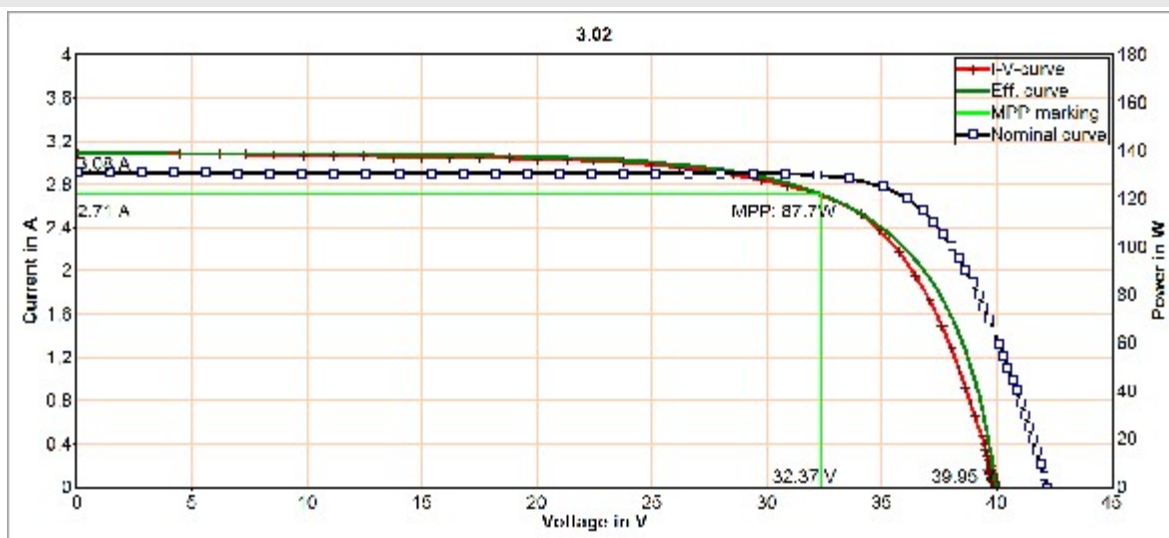
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 4,18kWp

Plant part: 3.01

Date of measurement: 12.07.2013 09:28:12

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	203,5 Wp	190,0 W	7,1 %
	<i>Ppk max:</i>	213,7 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	193,4 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	5,08 A	5,22 A	-2,6 %	
	<i>Vpmax0:</i>	40,0 V	36,4 V	10,0 %	
	<i>I sc0:</i>	5,79 A	5,46 A	6,0 %	
	<i>Voc0:</i>	47,2 V	45,2 V	4,4 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	87,7 W		
	<i>I pmax:</i>	2,71 A			
	<i>Vpmax:</i>	32,4 V			
	<i>I sc:</i>	3,08 A			
	<i>Voc:</i>	39,9 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	1,4 Ohm	0,7 Ohm	95,1 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-17 W			
	<i>Rp:</i>	573 Ohm	298 Ohm	92,5 %	
	<i>FF:</i>	0,71	0,77	-7,6 %	
	<i>NOCT:</i>	51 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	40,6 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	533 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	44,8 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\String 3\3.02 12-07-2013 09_29_10.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

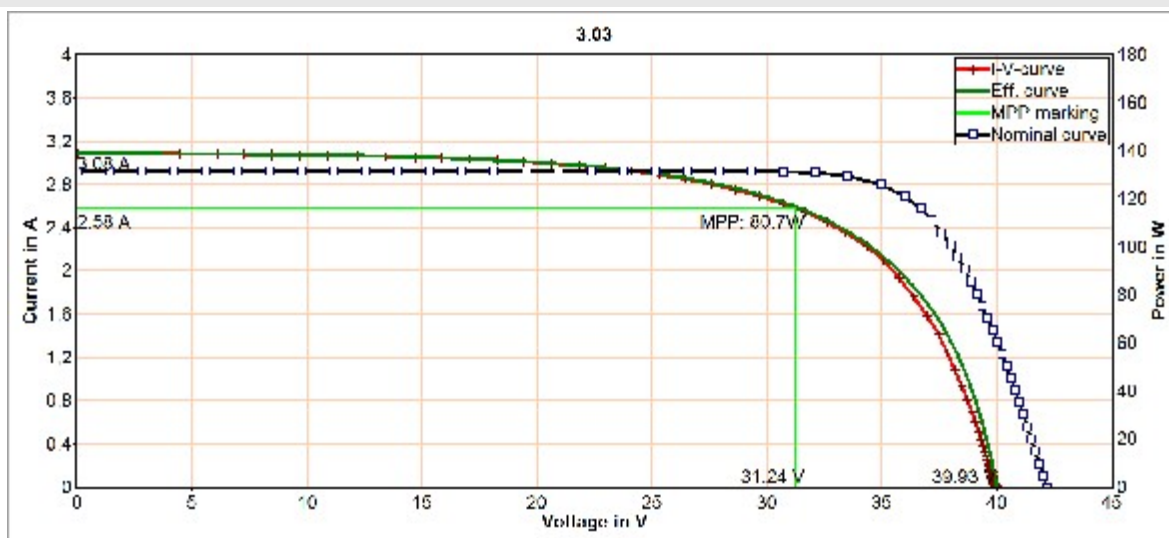
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 4,18kWp

Plant part: 3.02

Date of measurement: 12.07.2013 09:29:10

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	196,3 Wp	190,0 W	3,3 %
	<i>Ppk max:</i>	206,1 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	186,5 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,82 A	5,22 A	-7,7 %	
	<i>Vpmax0:</i>	40,8 V	36,4 V	12,0 %	
	<i>I sc0:</i>	5,75 A	5,46 A	5,3 %	
	<i>Voc0:</i>	49,0 V	45,2 V	8,4 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	80,7 W		
	<i>I pmax:</i>	2,58 A			
	<i>Vpmax:</i>	31,2 V			
	<i>I sc:</i>	3,08 A			
	<i>Voc:</i>	39,9 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	3,6 Ohm	0,7 Ohm	417,6 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-68 W			
	<i>Rp:</i>	339 Ohm	298 Ohm	13,8 %	
	<i>FF:</i>	0,66	0,77	-14,9 %	
	<i>NOCT:</i>	51 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	41,1 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	537 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	45,1 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\String 3\3.03 12-07-2013 09_30_00.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

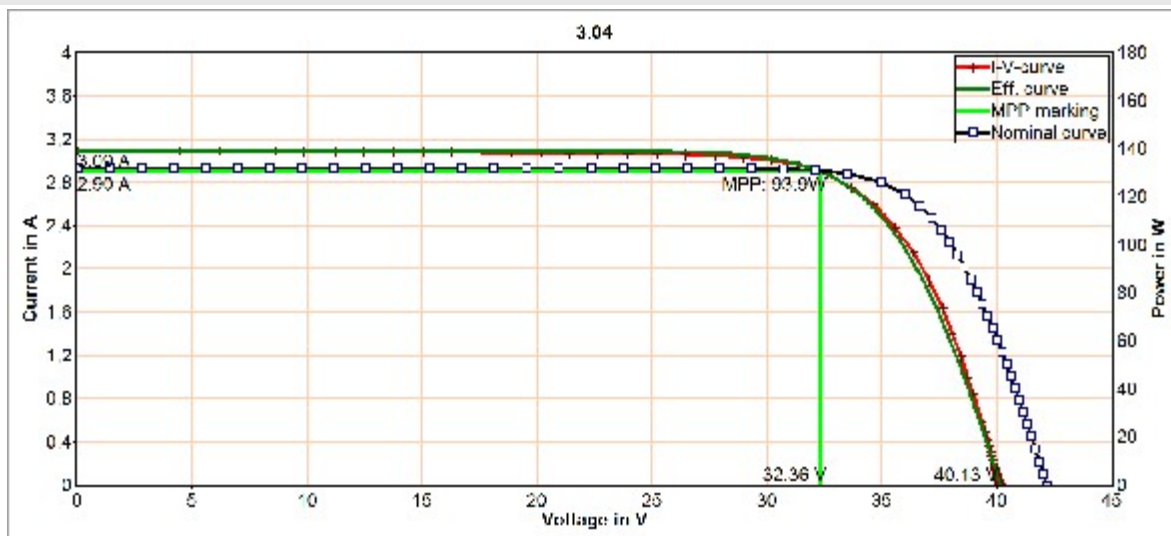
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 4,18kWp

Plant part: 3.03

Date of measurement: 12.07.2013 09:30:00

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	184,1 Wp	190,0 W	-3,1 %
	<i>Ppk max:</i>	193,3 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	174,9 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	5,40 A	5,22 A	3,5 %	
	<i>Vpmax0:</i>	34,1 V	36,4 V	-6,4 %	
	<i>I sc0:</i>	5,76 A	5,46 A	5,4 %	
	<i>Voc0:</i>	43,8 V	45,2 V	-3,1 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	93,9 W		
	<i>I pmax:</i>	2,90 A			
	<i>Vpmax:</i>	32,4 V			
	<i>I sc:</i>	3,09 A			
	<i>Voc:</i>	40,1 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	1,1 Ohm	0,7 Ohm	60,6 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-12 W			
	<i>Rp:</i>	662 Ohm	298 Ohm	122,3 %	
	<i>FF:</i>	0,76	0,77	-1,8 %	
	<i>NOCT:</i>	51 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	41,1 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	537 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	45,3 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\String 3\3.04 12-07-2013 09_30_46.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

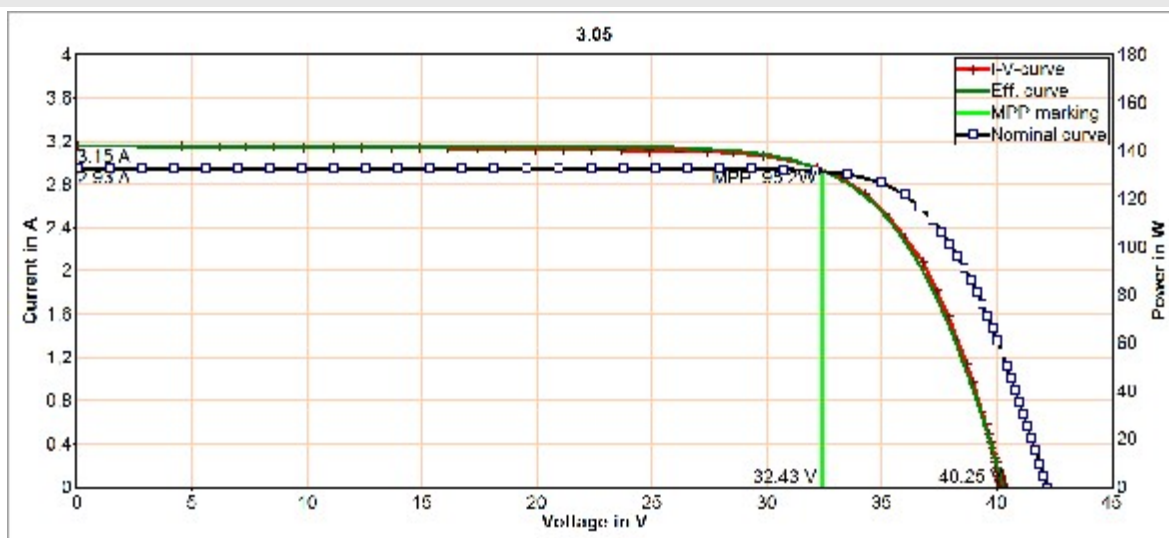
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 4,18kWp

Plant part: 3.04

Date of measurement: 12.07.2013 09:30:46

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	188,9 Wp	190,0 W	-0,6 %
	<i>Ppk max:</i>	198,3 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	179,4 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	5,43 A	5,22 A	4,1 %	
	<i>Vpmax0:</i>	34,8 V	36,4 V	-4,5 %	
	<i>I sc0:</i>	5,84 A	5,46 A	6,9 %	
	<i>Voc0:</i>	44,3 V	45,2 V	-2,0 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	95,2 W		
	<i>I pmax:</i>	2,93 A			
	<i>Vpmax:</i>	32,4 V			
	<i>I sc:</i>	3,15 A			
	<i>Voc:</i>	40,2 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	1,1 Ohm	0,7 Ohm	62,2 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-13 W			
	<i>Rp:</i>	751 Ohm	298 Ohm	152,2 %	
	<i>FF:</i>	0,75	0,77	-2,7 %	
	<i>NOCT:</i>	51 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	41,1 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	540 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	45,4 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\String 3\3.05 12-07-2013 09_31_16.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

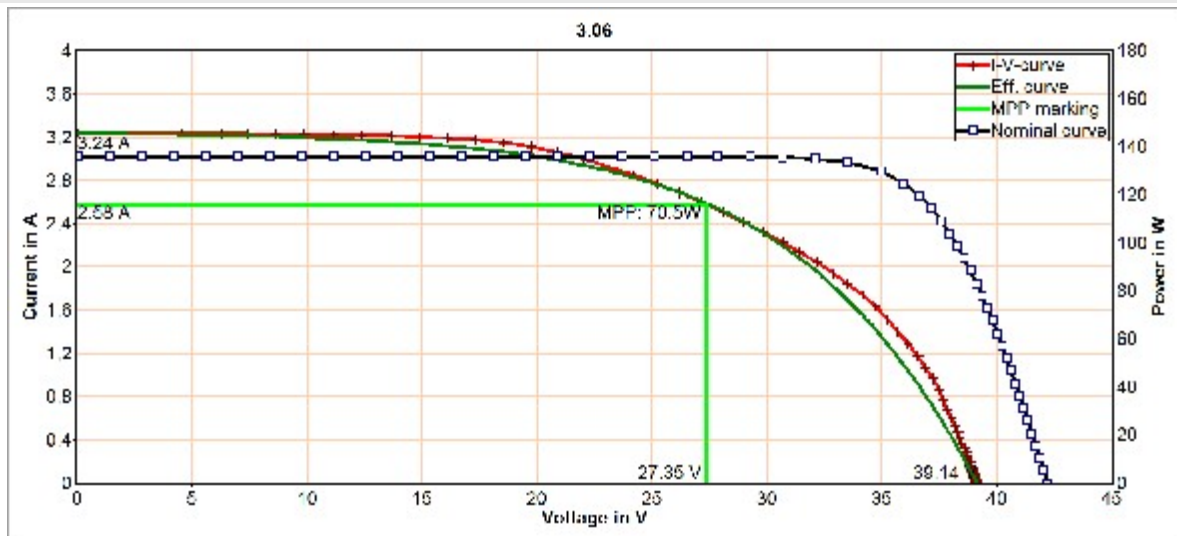
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 4,18kWp

Plant part: 3.05

Date of measurement: 12.07.2013 09:31:16

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		Measurm.:	Nominal:	Deviation:	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	151,3 Wp	190,0 W	-20,4 %
	Ppk max:	158,8 W	195,0 W		
	Ppk min:	143,7 W	190,0 W		
	I pmax0:	4,65 A	5,22 A	-10,9 %	
	Vpmax0:	32,5 V	36,4 V	-10,7 %	
	I sc0:	5,85 A	5,46 A	7,2 %	
	Voc0:	46,4 V	45,2 V	2,6 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	70,5 W		
	I pmax:	2,58 A			
	Vpmax:	27,4 V			
	I sc:	3,24 A			
	Voc:	39,1 V			
<i>Calculated values:</i>		Rs:	8,6 Ohm	0,7 Ohm	1135,2 %
	Losses by add. Rs:	-172 W			
	Rp:	300 Ohm	298 Ohm	0,6 %	
	FF:	0,56	0,77	-27,8 %	
	NOCT:	51 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	41,2 °C		
	Irradiance E eff:	554 W/m2			
	Temperature reference cell T ref:	45,9 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\String 3\3.06 12-07-2013 09_35_44.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

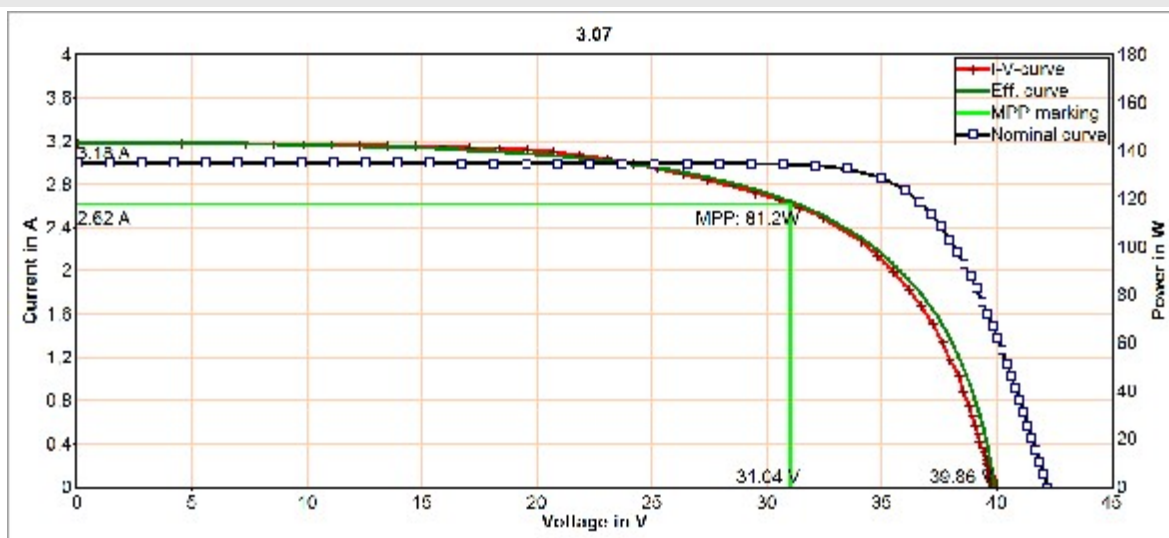
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 4,18kWp

Plant part: 3.06

Date of measurement: 12.07.2013 09:35:44

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	197,5 Wp	190,0 W	4,0 %
	<i>Ppk max:</i>	207,4 W	195,0 W		
	<i>Ppk min:</i>	187,6 W	190,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,76 A	5,22 A	-8,8 %	
	<i>Vpmax0:</i>	41,5 V	36,4 V	13,9 %	
	<i>I sc0:</i>	5,79 A	5,46 A	6,0 %	
	<i>Voc0:</i>	49,6 V	45,2 V	9,6 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	81,2 W		
	<i>I pmax:</i>	2,62 A			
	<i>Vpmax:</i>	31,0 V			
	<i>I sc:</i>	3,18 A			
	<i>Voc:</i>	39,9 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	4,5 Ohm	0,7 Ohm	547,2 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-87 W			
	<i>Rp:</i>	248 Ohm	298 Ohm	-16,7 %	
	<i>FF:</i>	0,64	0,77	-16,8 %	
	<i>NOCT:</i>	51 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	41,2 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	550 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	45,7 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\String 3\3.07 12-07-2013 09_34_20.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

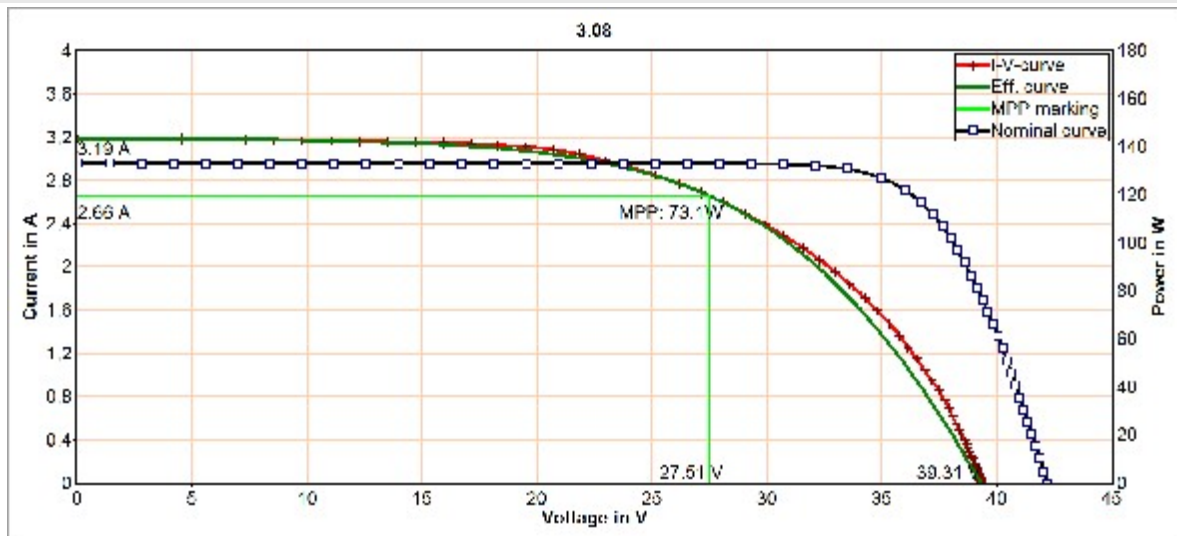
PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 4,18kWp

Plant part: 3.07

Date of measurement: 12.07.2013 09:34:20

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Perform Mono 190 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		Measurm.:	Nominal:	Deviation:	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	146,5 Wp	190,0 W	-22,9 %
	Ppk max:	153,8 W	195,0 W		
	Ppk min:	139,1 W	190,0 W		
	I pmax0:	4,90 A	5,22 A	-6,2 %	
	Vpmax0:	29,9 V	36,4 V	-17,8 %	
	I sc0:	5,88 A	5,46 A	7,6 %	
	Voc0:	44,7 V	45,2 V	-1,1 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	73,1 W		
	I pmax:	2,66 A			
	Vpmax:	27,5 V			
	I sc:	3,19 A			
	Voc:	39,3 V			
<i>Calculated values:</i>		Rs:	6,2 Ohm	0,7 Ohm	791,9 %
	Losses by add. Rs:	-133 W			
	Rp:	532 Ohm	298 Ohm	78,6 %	
	FF:	0,58	0,77	-24,3 %	
	NOCT:	51 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	41,0 °C		
	Irradiance E eff:	542 W/m2			
	Temperature reference cell T ref:	45,4 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\String 3\3.08 12-07-2013 09_32_38.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: SUNCO

PV plant: ΔΗΜΟΥΛΑΣ 4,18kWp

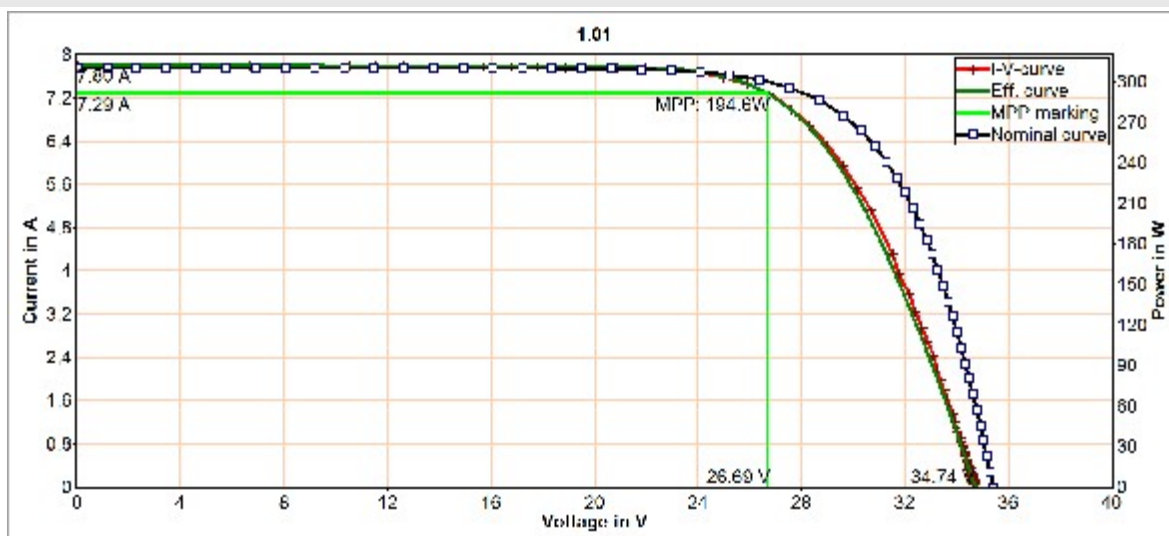
Plant part: 3.08

Date of measurement: 12.07.2013 09:32:38

Description:

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 10KW
ΤΗΝΟΣ

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	220,2 Wp	235,0 W	-6,3 %
	Ppk max:	231,3 W	244,4 W		
	Ppk min:	209,2 W	235,0 W		
	I pmax0:	7,91 A	7,78 A	1,7 %	
	Vpmax0:	27,8 V	30,2 V	-7,8 %	
	I sc0:	8,46 A	8,42 A	0,5 %	
	Voc0:	36,2 V	37,1 V	-2,4 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	194,6 W		
	I pmax:	7,29 A			
	Vpmax:	26,7 V			
	I sc:	7,80 A			
	Voc:	34,7 V			
<i>Calculated values:</i>		Rs:	0,5 Ohm	0,4 Ohm	31,8 %
	Losses by add. Rs:	-7 W			
	Rp:	232 Ohm	308 Ohm	-24,6 %	
	FF:	0,72	0,75	-4,5 %	
	NOCT:	33 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	35,0 °C		
	Irradiance E eff:	922 W/m2			
	Temperature reference cell T ref:	45,3 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 1\1.01 11-07-2013 13_02_30.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

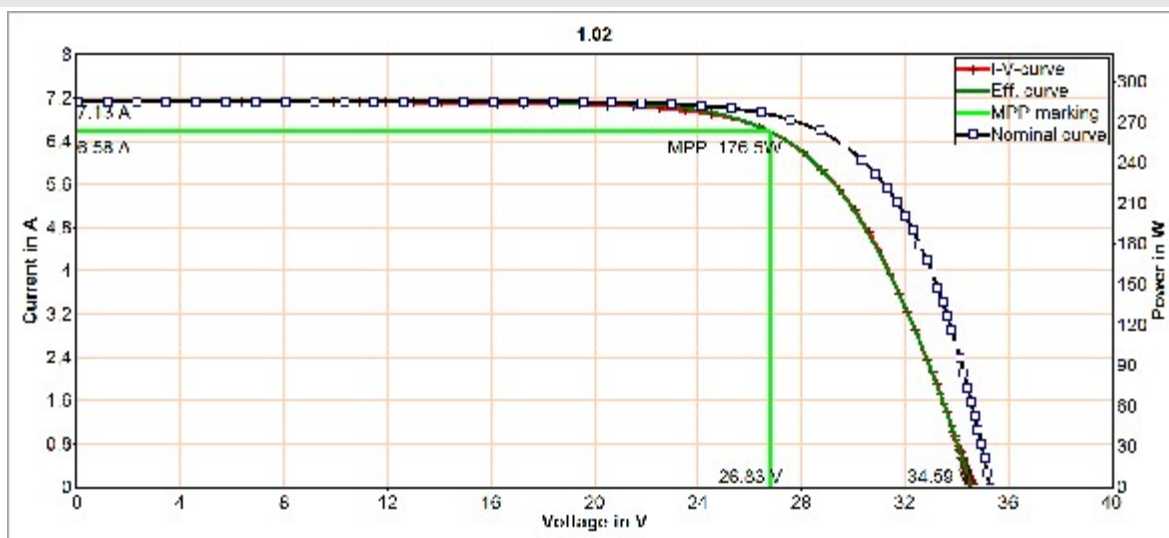
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200100040830

Date of measurement: 11.07.2013 13:02:30

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	216,0 Wp	235,0 W	-8,1 %
	<i>Ppk max:</i>	226,8 W	244,4 W		
	<i>Ppk min:</i>	205,2 W	235,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	7,76 A	7,78 A	-0,2 %	
	<i>Vpmax0:</i>	27,8 V	30,2 V	-7,9 %	
	<i>I sc0:</i>	8,41 A	8,42 A	-0,1 %	
	<i>Voc0:</i>	36,2 V	37,1 V	-2,5 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	176,5 W		
	<i>I pmax:</i>	6,58 A			
	<i>Vpmax:</i>	26,8 V			
	<i>I sc:</i>	7,13 A			
	<i>Voc:</i>	34,6 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	0,5 Ohm	0,4 Ohm	42,2 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-9 W			
	<i>Rp:</i>	320 Ohm	308 Ohm	4,0 %	
	<i>FF:</i>	0,72	0,75	-4,9 %	
	<i>NOCT:</i>	33 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	33,4 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	848 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	43,2 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 1\1.02 11-07-2013 12_15_26.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

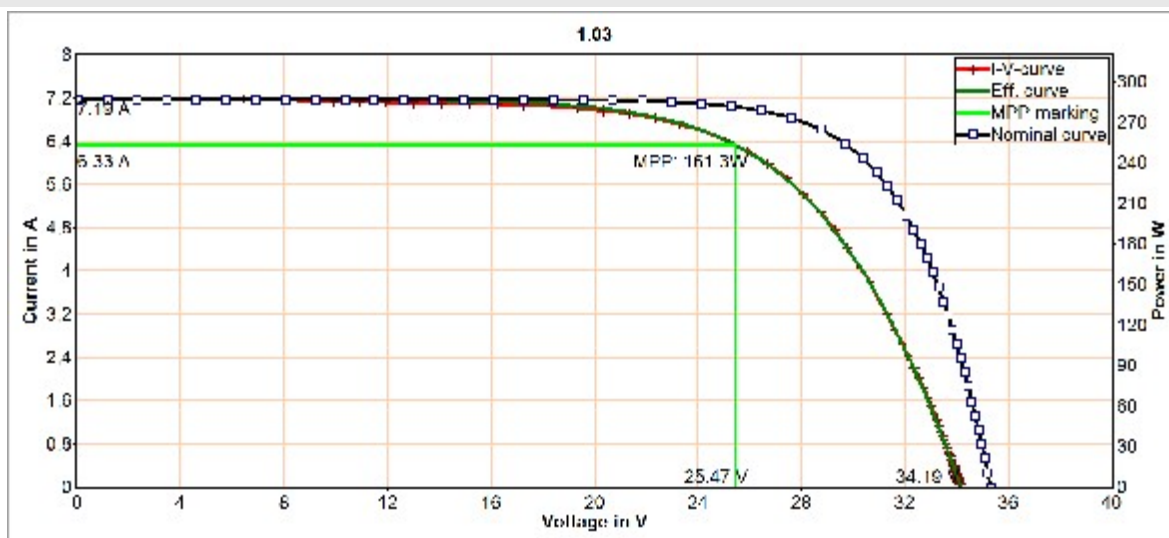
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200100040978

Date of measurement: 11.07.2013 12:15:26

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	198,4 Wp	235,0 W	-15,6 %
	Ppk max:	208,3 W	244,4 W		
	Ppk min:	188,5 W	235,0 W		
	I pmax0:	7,43 A	7,78 A	-4,5 %	
	Vpmax0:	26,7 V	30,2 V	-11,6 %	
	I sc0:	8,44 A	8,42 A	0,2 %	
	Voc0:	36,0 V	37,1 V	-2,9 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	161,3 W		
	I pmax:	6,33 A			
	Vpmax:	25,5 V			
	I sc:	7,19 A			
	Voc:	34,2 V			
<i>Calculated values:</i>		Rs:	1,0 Ohm	0,4 Ohm	175,9 %
	Losses by add. Rs:	-36 W			
	Rp:	272 Ohm	308 Ohm	-11,6 %	
	FF:	0,66	0,75	-12,8 %	
	NOCT:	33 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	33,4 °C		
	Irradiance E eff:	852 W/m2			
	Temperature reference cell T ref:	43,2 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 1\1.03 11-07-2013 12_17_42.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

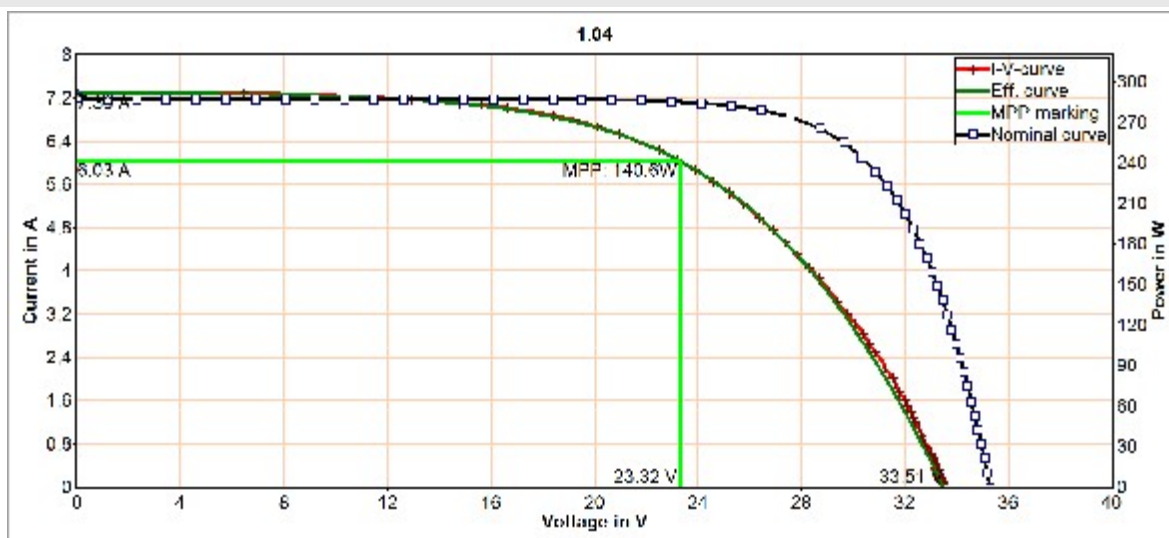
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200100040366

Date of measurement: 11.07.2013 12:17:42

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	173,5 Wp	235,0 W	-26,2 %
	Ppk max:	182,2 W	244,4 W		
	Ppk min:	164,8 W	235,0 W		
	I pmax0:	7,07 A	7,78 A	-9,2 %	
	Vpmax0:	24,6 V	30,2 V	-18,7 %	
	I sc0:	8,55 A	8,42 A	1,5 %	
	Voc0:	35,5 V	37,1 V	-4,3 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	140,6 W		
	I pmax:	6,03 A			
	Vpmax:	23,3 V			
	I sc:	7,30 A			
	Voc:	33,5 V			
<i>Calculated values:</i>		Rs:	2,5 Ohm	0,4 Ohm	578,1 %
	Losses by add. Rs:	-108 W			
	Rp:	186 Ohm	308 Ohm	-39,4 %	
	FF:	0,58	0,75	-23,5 %	
	NOCT:	33 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	33,6 °C		
	Irradiance E eff:	854 W/m2			
	Temperature reference cell T ref:	43,2 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 1\1.04 11-07-2013 12_18_12.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

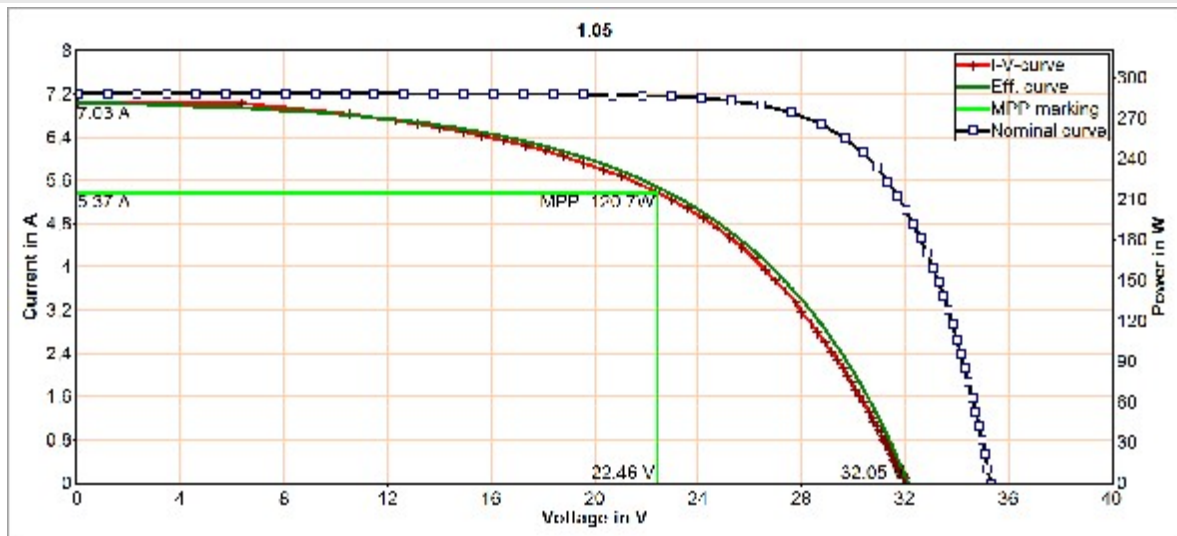
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200100043435

Date of measurement: 11.07.2013 12:18:12

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		Measurm.:	Nominal:	Deviation:	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	154,8 Wp	235,0 W	-34,1 %
	Ppk max:	162,5 W	244,4 W		
	Ppk min:	147,0 W	235,0 W		
	I pmax0:	6,28 A	7,78 A	-19,3 %	
	Vpmax0:	24,6 V	30,2 V	-18,4 %	
	I sc0:	8,22 A	8,42 A	-2,3 %	
	Voc0:	34,9 V	37,1 V	-5,8 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	120,7 W		
	I pmax:	5,37 A			
	Vpmax:	22,5 V			
	I sc:	7,03 A			
	Voc:	32,1 V			
<i>Calculated values:</i>		Rs:	3,5 Ohm	0,4 Ohm	850,0 %
	Losses by add. Rs:	-125 W			
	Rp:	63 Ohm	308 Ohm	-79,5 %	
	FF:	0,54	0,75	-28,8 %	
	NOCT:	33 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	33,4 °C		
	Irradiance E eff:	855 W/m2			
	Temperature reference cell T ref:	43,2 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 1\1.05 11-07-2013 12_18_54.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

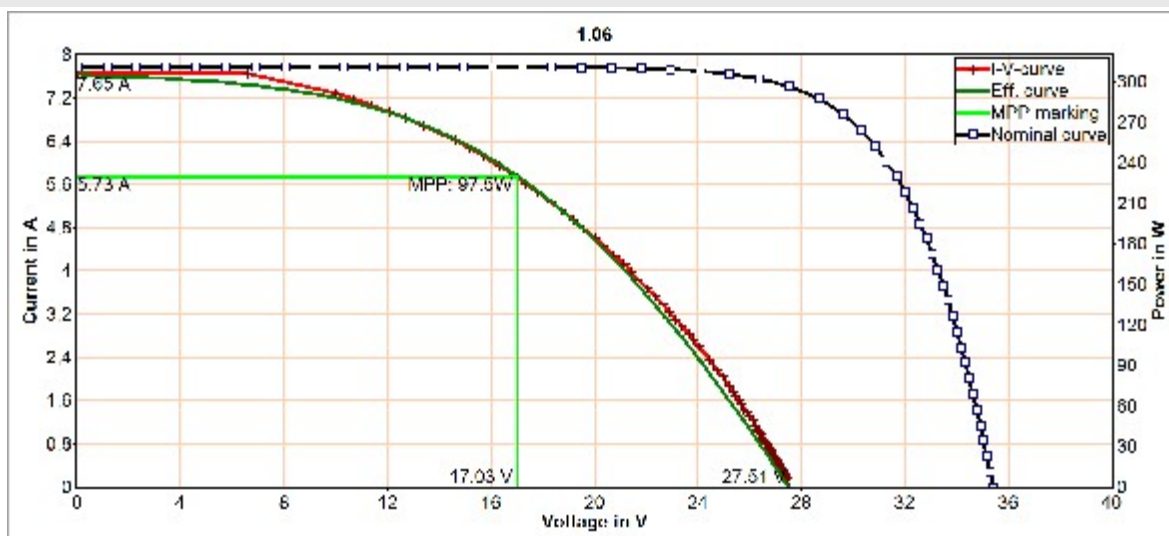
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200100046782

Date of measurement: 11.07.2013 12:18:54

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		Measurm.:	Nominal:	Deviation:	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	110,5 Wp	235,0 W	-53,0 %
	<i>Ppk max:</i>	116,0 W	244,4 W		
	<i>Ppk min:</i>	104,9 W	235,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	6,20 A	7,78 A	-20,3 %	
	<i>Vpmax0:</i>	17,8 V	30,2 V	-41,0 %	
	<i>I sc0:</i>	8,28 A	8,42 A	-1,6 %	
	<i>Voc0:</i>	28,8 V	37,1 V	-22,4 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	97,5 W		
	<i>I pmax:</i>	5,73 A			
	<i>Vpmax:</i>	17,0 V			
	<i>I sc:</i>	7,65 A			
	<i>Voc:</i>	27,5 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	3,5 Ohm	0,4 Ohm	829,3 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-119 W			
	<i>Rp:</i>	117 Ohm	308 Ohm	-62,0 %	
	<i>FF:</i>	0,46	0,75	-38,4 %	
	<i>NOCT:</i>	33 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	35,1 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	924 W/m ²			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	45,4 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 1\1.06 11-07-2013 13_05_28.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

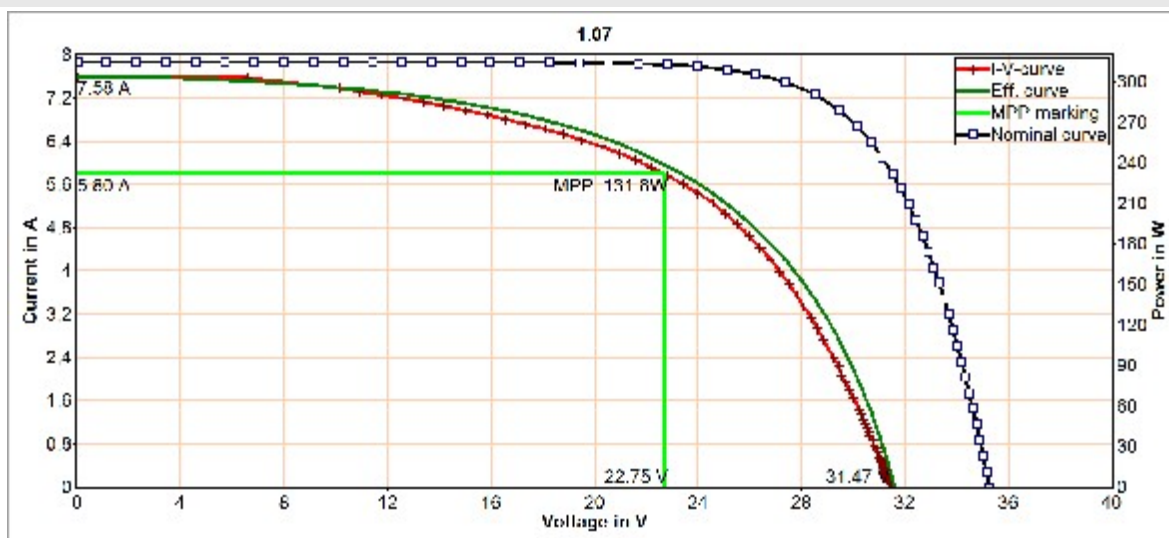
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200100046566

Date of measurement: 11.07.2013 13:05:28

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		Measurm.:	Nominal:	Deviation:	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	153,5 Wp	235,0 W	-34,7 %
	Ppk max:	161,2 W	244,4 W		
	Ppk min:	145,9 W	235,0 W		
	I pmax0:	6,20 A	7,78 A	-20,3 %	
	Vpmax0:	24,7 V	30,2 V	-18,0 %	
	I sc0:	8,11 A	8,42 A	-3,7 %	
	Voc0:	33,8 V	37,1 V	-8,8 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	131,8 W		
	I pmax:	5,80 A			
	Vpmax:	22,7 V			
	I sc:	7,58 A			
	Voc:	31,5 V			
<i>Calculated values:</i>		Rs:	3,0 Ohm	0,4 Ohm	702,3 %
	Losses by add. Rs:	-101 W			
	Rp:	45 Ohm	308 Ohm	-85,2 %	
	FF:	0,55	0,75	-26,5 %	
	NOCT:	34 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	36,4 °C		
	Irradiance E eff:	934 W/m ²			
	Temperature reference cell T ref:	46,4 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 1\1.07 11-07-2013 13_11_34.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

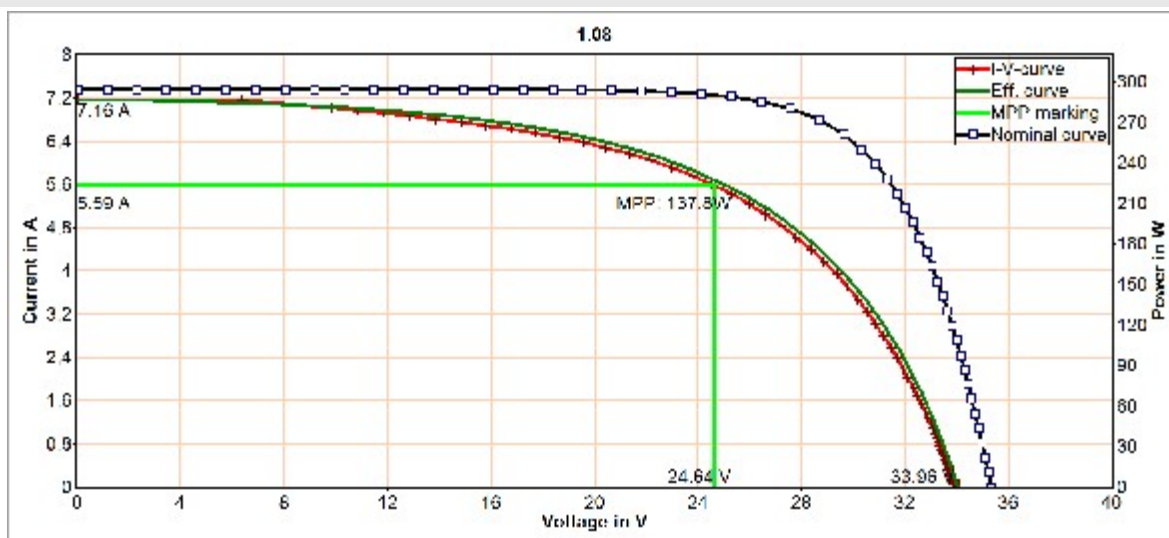
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200100071202

Date of measurement: 11.07.2013 13:11:34

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		Measurm.:	Nominal:	Deviation:	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	173,2 Wp	235,0 W	-26,3 %
	Ppk max:	181,8 W	244,4 W		
	Ppk min:	164,5 W	235,0 W		
	I pmax0:	6,40 A	7,78 A	-17,7 %	
	Vpmax0:	27,0 V	30,2 V	-10,4 %	
	I sc0:	8,20 A	8,42 A	-2,6 %	
	Voc0:	36,9 V	37,1 V	-0,5 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	137,8 W		
	I pmax:	5,59 A			
	Vpmax:	24,6 V			
	I sc:	7,16 A			
	Voc:	34,0 V			
<i>Calculated values:</i>		Rs:	3,3 Ohm	0,4 Ohm	784,8 %
	Losses by add. Rs:	-120 W			
	Rp:	68 Ohm	308 Ohm	-78,0 %	
	FF:	0,57	0,75	-24,7 %	
	NOCT:	33 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	34,0 °C		
	Irradiance E eff:	873 W/m ²			
	Temperature reference cell T ref:	44,4 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 1\1.08 11-07-2013 12_29_16.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

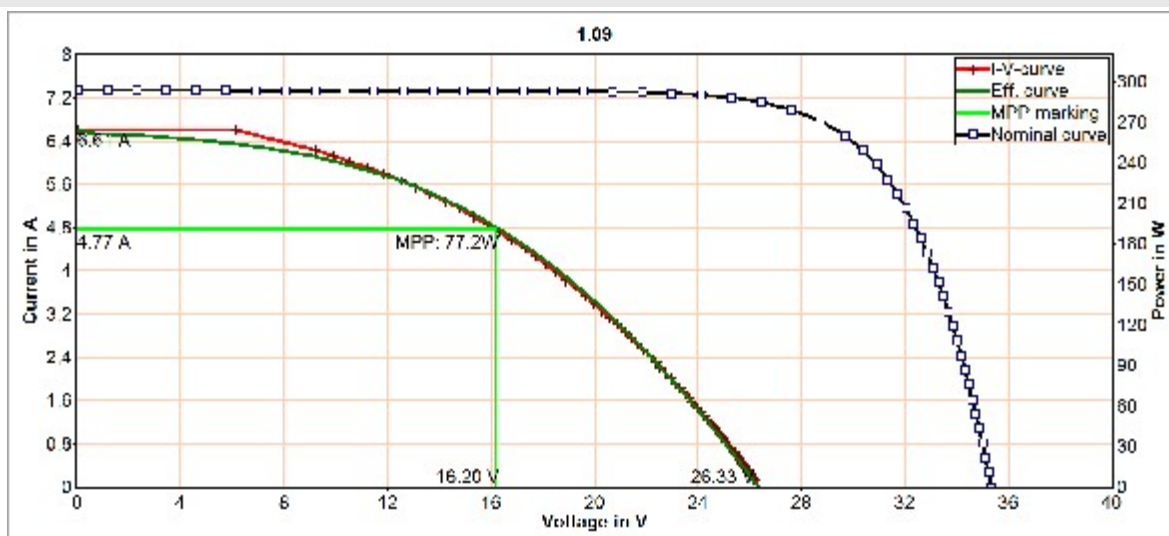
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200100070925

Date of measurement: 11.07.2013 12:29:16

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		Measurm.:	Nominal:	Deviation:	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	92,6 Wp	235,0 W	-60,6 %
		Ppk max:	97,3 W	244,4 W	
		Ppk min:	88,0 W	235,0 W	
		I pmax0:	5,47 A	7,78 A	-29,7 %
		Vpmax0:	16,9 V	30,2 V	-43,9 %
		I sc0:	7,58 A	8,42 A	-9,9 %
		Voc0:	27,8 V	37,1 V	-25,0 %
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	77,2 W		
		I pmax:	4,77 A		
		Vpmax:	16,2 V		
		I sc:	6,61 A		
		Voc:	26,3 V		
<i>Calculated values:</i>		Rs:	3,9 Ohm	0,4 Ohm	937,4 %
		Losses by add. Rs:	-105 W		
		Rp:	94 Ohm	308 Ohm	-69,6 %
		FF:	0,44	0,75	-41,0 %
		NOCT:	33 °C		
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	33,8 °C		
		Irradiance E eff:	872 W/m2		
		Temperature reference cell T ref:	44,1 °C		

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 1\1.09 11-07-2013 12_28_12.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

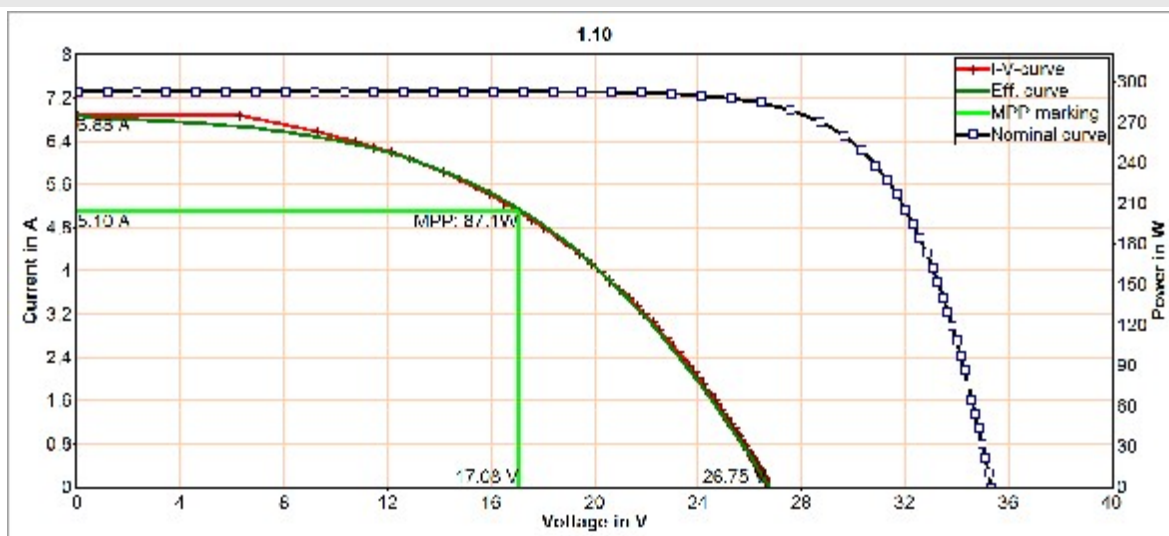
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200200121272

Date of measurement: 11.07.2013 12:28:12

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	105,9 Wp	235,0 W	-54,9 %
	Ppk max:	111,2 W	244,4 W		
	Ppk min:	100,6 W	235,0 W		
	I pmax0:	5,86 A	7,78 A	-24,6 %	
	Vpmax0:	18,1 V	30,2 V	-40,2 %	
	I sc0:	7,91 A	8,42 A	-6,1 %	
	Voc0:	28,5 V	37,1 V	-23,3 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	87,1 W		
	I pmax:	5,10 A			
	Vpmax:	17,1 V			
	I sc:	6,88 A			
	Voc:	26,7 V			
<i>Calculated values:</i>		Rs:	3,6 Ohm	0,4 Ohm	863,2 %
	Losses by add. Rs:	-111 W			
	Rp:	85 Ohm	308 Ohm	-72,3 %	
	FF:	0,47	0,75	-37,0 %	
	NOCT:	33 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	33,9 °C		
	Irradiance E eff:	870 W/m2			
	Temperature reference cell T ref:	44,1 °C			

Additional Informations

File: \\...μμετρήσεις\Measurement series1\string 1\1.10 11-07-2013 12_27_26.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

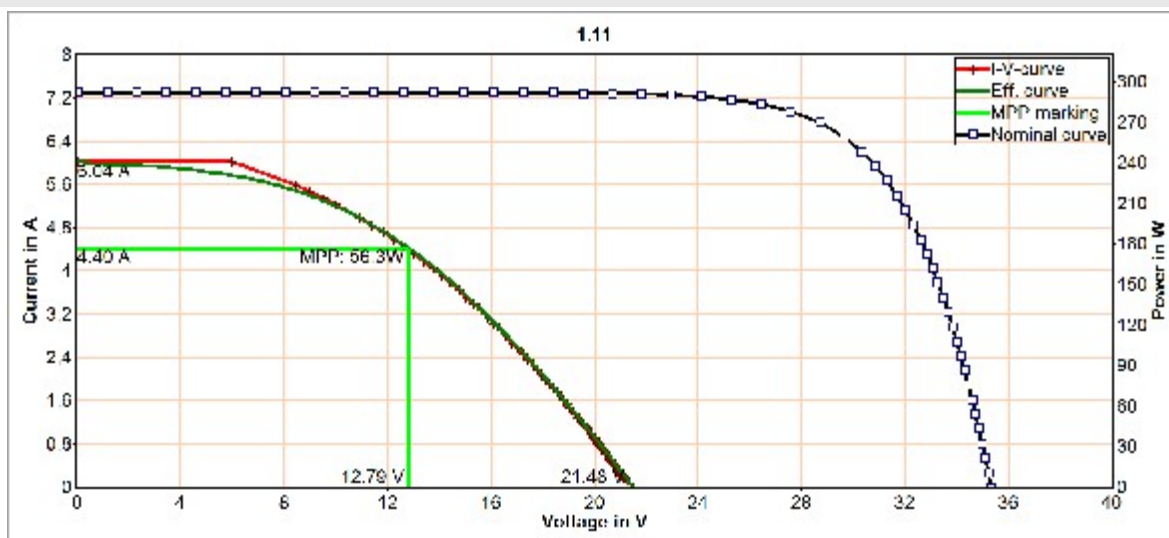
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200200121328

Date of measurement: 11.07.2013 12:27:26

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		Measurm.:	Nominal:	Deviation:	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	66,3 Wp	235,0 W	-71,8 %
	<i>Ppk max:</i>	69,6 W	244,4 W		
	<i>Ppk min:</i>	63,0 W	235,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	5,08 A	7,78 A	-34,7 %	
	<i>Vpmax0:</i>	13,1 V	30,2 V	-56,8 %	
	<i>I sc0:</i>	6,96 A	8,42 A	-17,3 %	
	<i>Voc0:</i>	22,4 V	37,1 V	-39,6 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	56,3 W		
	<i>I pmax:</i>	4,40 A			
	<i>Vpmax:</i>	12,8 V			
	<i>I sc:</i>	6,04 A			
	<i>Voc:</i>	21,5 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	3,6 Ohm	0,4 Ohm	873,1 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-84 W			
	<i>Rp:</i>	131 Ohm	308 Ohm	-57,4 %	
	<i>FF:</i>	0,43	0,75	-42,2 %	
	<i>NOCT:</i>	33 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	33,8 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	867 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	43,9 °C			

Additional Informations

File: \\...μμετρήσεις\Measurement series1\string 1\1.11 11-07-2013 12_26_30.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

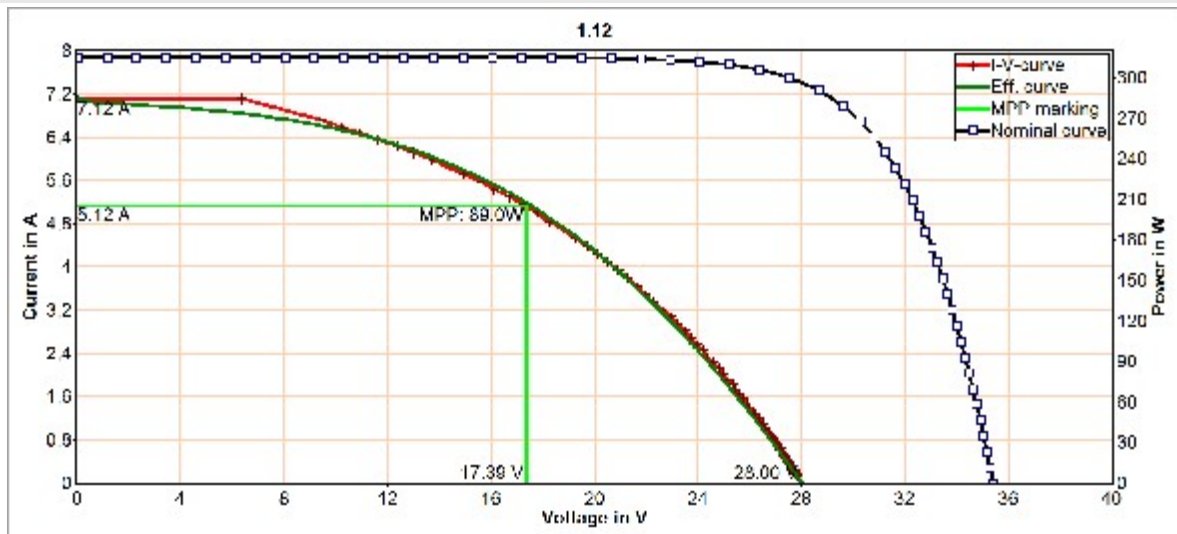
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200200121275

Date of measurement: 11.07.2013 12:26:30

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		Measurm.:	Nominal:	Deviation:	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	100,5 Wp	235,0 W	-57,2 %
	Ppk max:	105,6 W	244,4 W		
	Ppk min:	95,5 W	235,0 W		
	I pmax0:	5,47 A	7,78 A	-29,7 %	
	Vpmax0:	18,4 V	30,2 V	-39,1 %	
	I sc0:	7,61 A	8,42 A	-9,6 %	
	Voc0:	29,4 V	37,1 V	-20,6 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	89,0 W		
	I pmax:	5,12 A			
	Vpmax:	17,4 V			
	I sc:	7,12 A			
	Voc:	28,0 V			
<i>Calculated values:</i>		Rs:	3,7 Ohm	0,4 Ohm	902,6 %
	Losses by add. Rs:	-101 W			
	Rp:	79 Ohm	308 Ohm	-74,3 %	
	FF:	0,45	0,75	-40,7 %	
	NOCT:	33 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	35,4 °C		
	Irradiance E eff:	936 W/m2			
	Temperature reference cell T ref:	45,9 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 1\1.12 11-07-2013 13_15_32.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

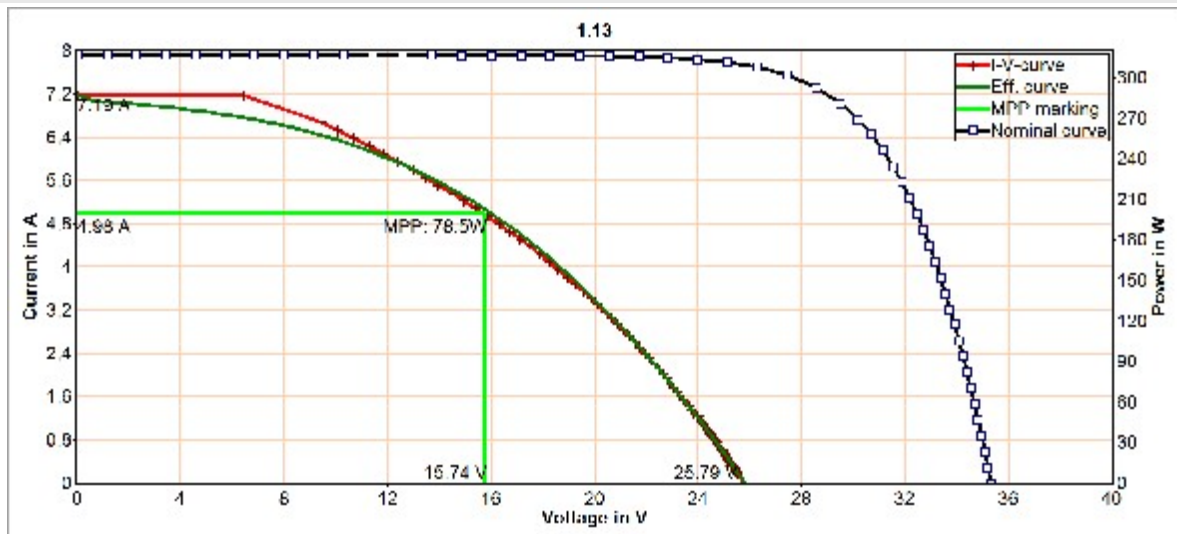
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200100069656

Date of measurement: 11.07.2013 13:15:32

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		Measurm.:	Nominal:	Deviation:	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	88,5 Wp	235,0 W	-62,3 %
	Ppk max:	93,0 W	244,4 W		
	Ppk min:	84,1 W	235,0 W		
	I pmax0:	5,29 A	7,78 A	-32,0 %	
	Vpmax0:	16,7 V	30,2 V	-44,6 %	
	I sc0:	7,63 A	8,42 A	-9,3 %	
	Voc0:	27,2 V	37,1 V	-26,7 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	78,5 W		
	I pmax:	4,98 A			
	Vpmax:	15,7 V			
	I sc:	7,19 A			
	Voc:	25,8 V			
<i>Calculated values:</i>		Rs:	3,4 Ohm	0,4 Ohm	816,5 %
	Losses by add. Rs:	-85 W			
	Rp:	59 Ohm	308 Ohm	-80,8 %	
	FF:	0,42	0,75	-43,7 %	
	NOCT:	34 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	36,2 °C		
	Irradiance E eff:	941 W/m2			
	Temperature reference cell T ref:	46,1 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 1\1.13 11-07-2013 13_23_00.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

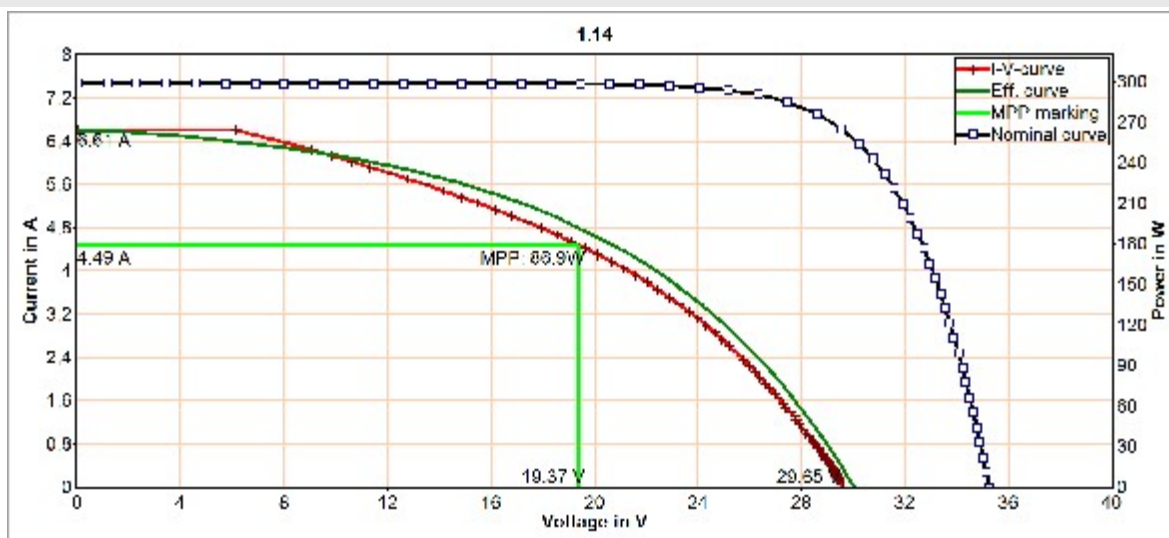
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200200121360

Date of measurement: 11.07.2013 13:23:00

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	108,6 Wp	235,0 W	-53,8 %
	<i>Ppk max:</i>	114,1 W	244,4 W		
	<i>Ppk min:</i>	103,2 W	235,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	5,05 A	7,78 A	-35,0 %	
	<i>Vpmax0:</i>	21,5 V	30,2 V	-28,8 %	
	<i>I sc0:</i>	7,44 A	8,42 A	-11,6 %	
	<i>Voc0:</i>	32,5 V	37,1 V	-12,4 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	86,9 W		
	<i>I pmax:</i>	4,49 A			
	<i>Vpmax:</i>	19,4 V			
	<i>I sc:</i>	6,61 A			
	<i>Voc:</i>	29,6 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	3,5 Ohm	0,4 Ohm	850,3 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-81 W			
	<i>Rp:</i>	30 Ohm	308 Ohm	-90,3 %	
	<i>FF:</i>	0,44	0,75	-41,0 %	
	<i>NOCT:</i>	34 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	35,0 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	888 W/m ²			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	44,7 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 1\1.14 11-07-2013 12_37_36.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

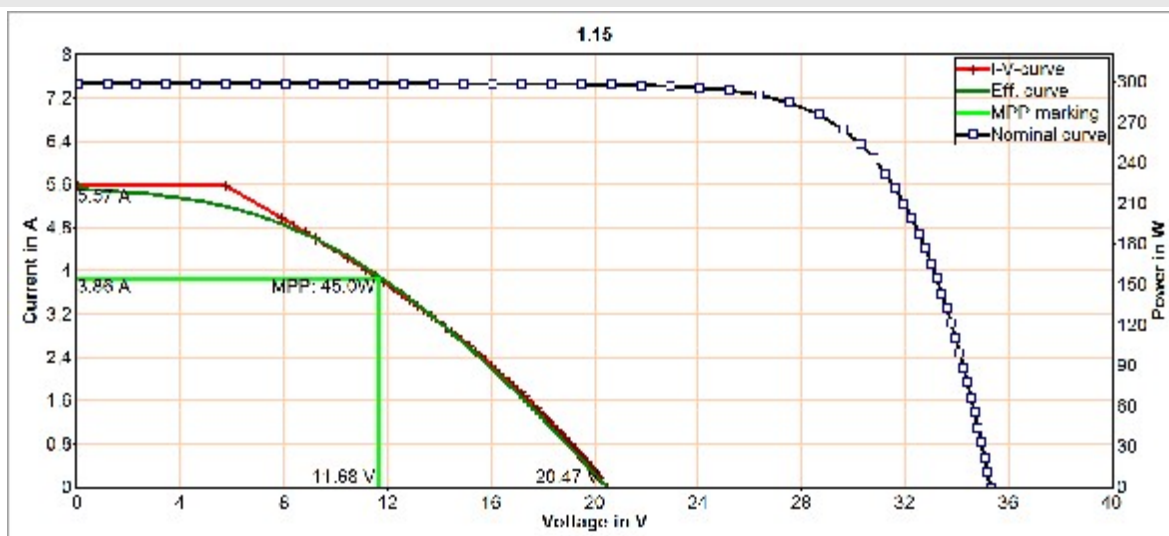
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200100069807

Date of measurement: 11.07.2013 12:37:36

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		Measurm.:	Nominal:	Deviation:	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	51,7 Wp	235,0 W	-78,0 %
	<i>Ppk max:</i>	54,3 W	244,4 W		
	<i>Ppk min:</i>	49,1 W	235,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,35 A	7,78 A	-44,1 %	
	<i>Vpmax0:</i>	11,9 V	30,2 V	-60,6 %	
	<i>I sc0:</i>	6,28 A	8,42 A	-25,4 %	
	<i>Voc0:</i>	21,3 V	37,1 V	-42,6 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	45,0 W		
	<i>I pmax:</i>	3,86 A			
	<i>Vpmax:</i>	11,7 V			
	<i>I sc:</i>	5,57 A			
	<i>Voc:</i>	20,5 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	4,0 Ohm	0,4 Ohm	963,8 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-68 W			
	<i>Rp:</i>	139 Ohm	308 Ohm	-55,0 %	
	<i>FF:</i>	0,39	0,75	-47,5 %	
	<i>NOCT:</i>	33 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	34,6 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	887 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	44,8 °C			

Additional Informations

File: \...μετρήσεις\Measurement series1\string 1\1.15 11-07-2013 12_38_10.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

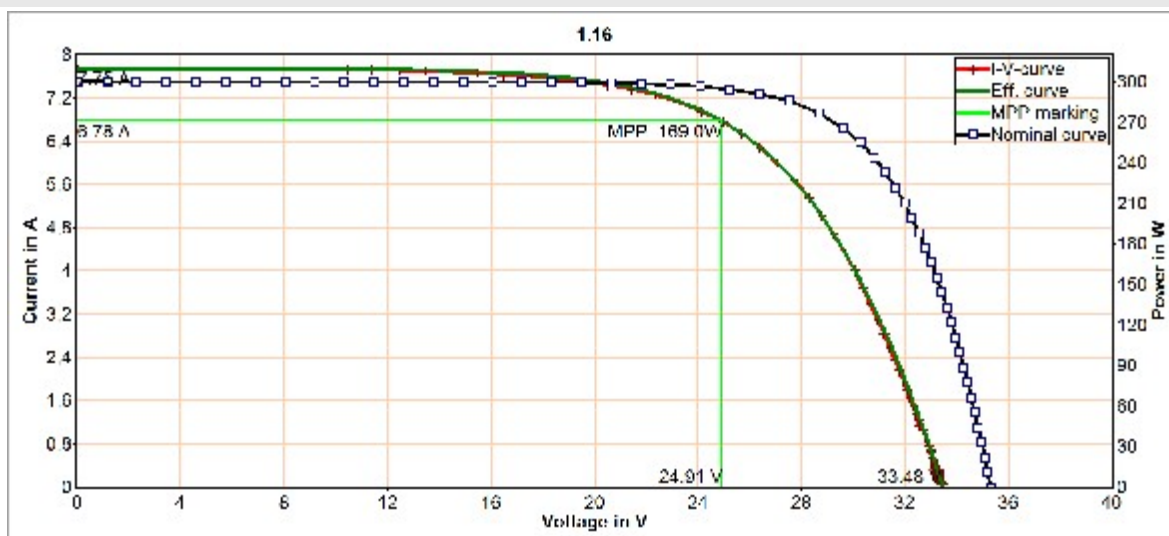
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200200121708

Date of measurement: 11.07.2013 12:38:10

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	200,2 Wp	235,0 W	-14,8 %
	<i>Ppk max:</i>	210,2 W	244,4 W		
	<i>Ppk min:</i>	190,2 W	235,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	7,62 A	7,78 A	-2,1 %	
	<i>Vpmax0:</i>	26,3 V	30,2 V	-13,0 %	
	<i>I sc0:</i>	8,70 A	8,42 A	3,4 %	
	<i>Voc0:</i>	35,3 V	37,1 V	-4,9 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	169,0 W		
	<i>I pmax:</i>	6,78 A			
	<i>Vpmax:</i>	24,9 V			
	<i>I sc:</i>	7,75 A			
	<i>Voc:</i>	33,5 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	1,0 Ohm	0,4 Ohm	170,6 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-37 W			
	<i>Rp:</i>	236 Ohm	308 Ohm	-23,2 %	
	<i>FF:</i>	0,65	0,75	-13,4 %	
	<i>NOCT:</i>	33 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	34,6 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	890 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	44,8 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 1\1.16 11-07-2013 12_39_18.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

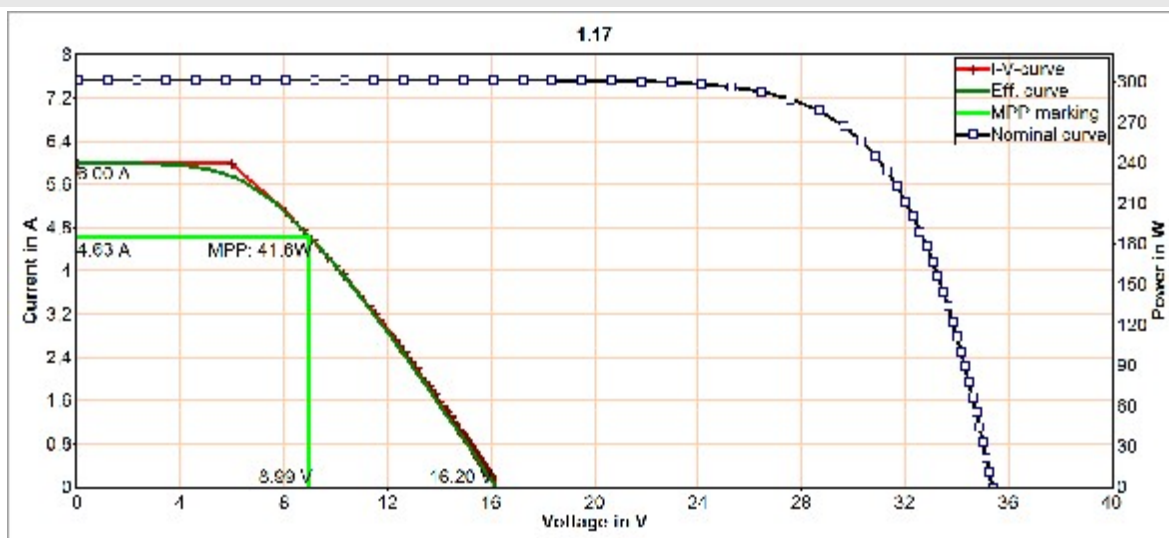
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200200121757

Date of measurement: 11.07.2013 12:39:18

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		Measurm.:	Nominal:	Deviation:	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	45,7 Wp	235,0 W	-80,6 %
	<i>Ppk max:</i>	48,0 W	244,4 W		
	<i>Ppk min:</i>	43,4 W	235,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	5,17 A	7,78 A	-33,5 %	
	<i>Vpmax0:</i>	8,8 V	30,2 V	-70,7 %	
	<i>I sc0:</i>	6,70 A	8,42 A	-20,5 %	
	<i>Voc0:</i>	16,5 V	37,1 V	-55,5 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	41,6 W		
	<i>I pmax:</i>	4,63 A			
	<i>Vpmax:</i>	9,0 V			
	<i>I sc:</i>	6,00 A			
	<i>Voc:</i>	16,2 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	1,9 Ohm	0,4 Ohm	402,7 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-40 W			
	<i>Rp:</i>	174 Ohm	308 Ohm	-43,3 %	
	<i>FF:</i>	0,43	0,75	-43,0 %	
	<i>NOCT:</i>	33 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	34,4 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	895 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	44,7 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 1\1.17 11-07-2013 12_42_20.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

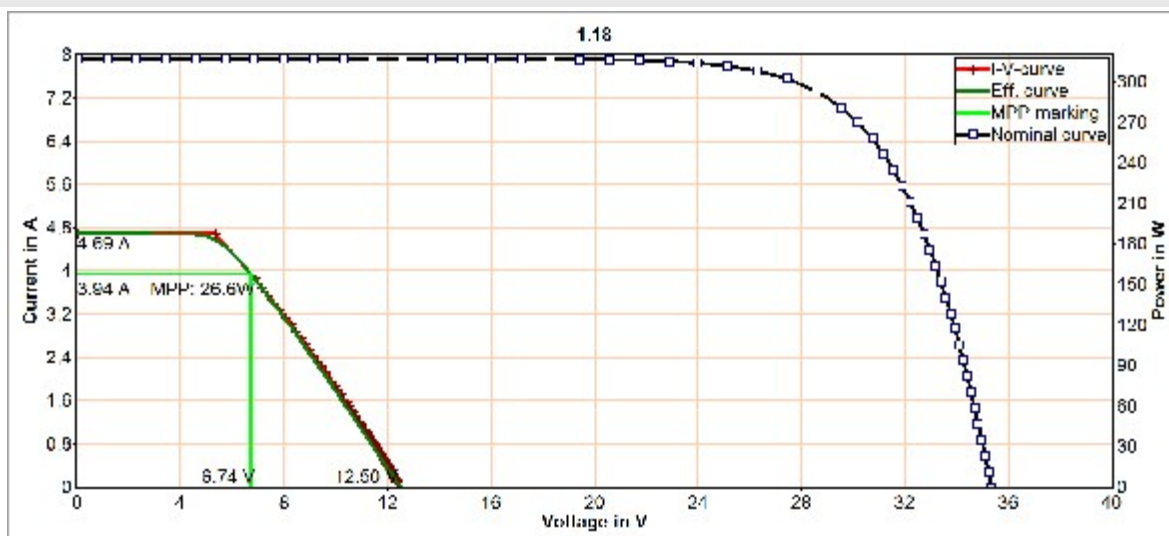
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200200121518

Date of measurement: 11.07.2013 12:42:20

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		Measurm.:	Nominal:	Deviation:	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	28,5 Wp	235,0 W	-87,9 %
	Ppk max:	29,9 W	244,4 W		
	Ppk min:	27,1 W	235,0 W		
	I pmax0:	4,18 A	7,78 A	-46,2 %	
	Vpmax0:	6,8 V	30,2 V	-77,5 %	
	I sc0:	4,98 A	8,42 A	-40,8 %	
	Voc0:	12,8 V	37,1 V	-65,5 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	26,6 W		
	I pmax:	3,94 A			
	Vpmax:	6,7 V			
	I sc:	4,69 A			
	Voc:	12,5 V			
<i>Calculated values:</i>		Rs:	1,1 Ohm	0,4 Ohm	195,9 %
	Losses by add. Rs:	-13 W			
	Rp:	66 Ohm	308 Ohm	-78,6 %	
	FF:	0,45	0,75	-39,8 %	
	NOCT:	34 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	36,1 °C		
	Irradiance E eff:	942 W/m2			
	Temperature reference cell T ref:	46,2 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 1\1.18 11-07-2013 13_24_44.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

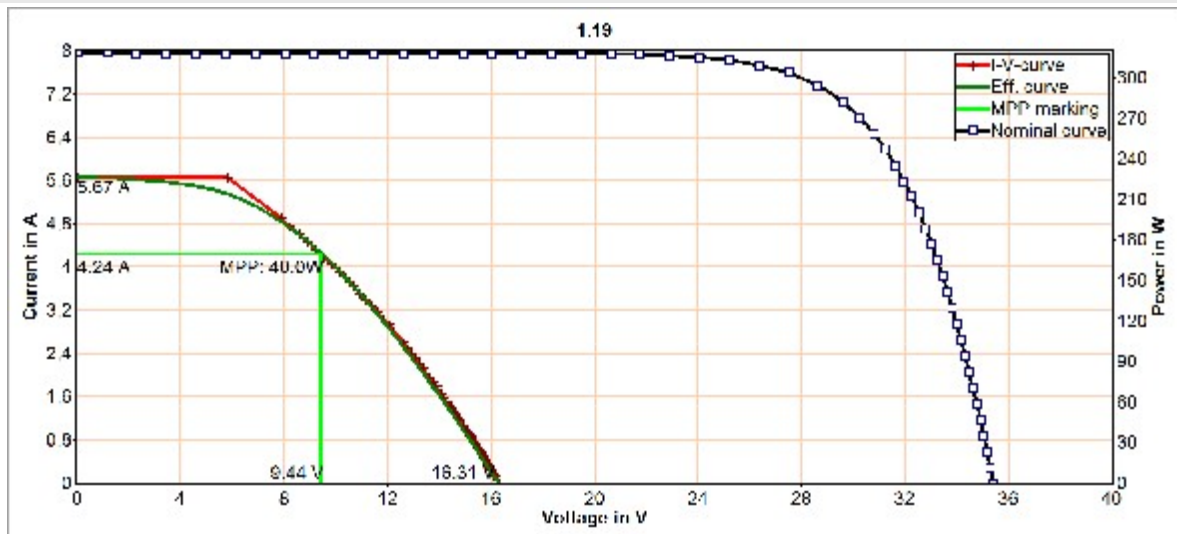
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200200121681

Date of measurement: 11.07.2013 13:24:44

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		Measurm.:	Nominal:	Deviation:	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	43,8 Wp	235,0 W	-81,4 %
	<i>Ppk max:</i>	46,0 W	244,4 W		
	<i>Ppk min:</i>	41,6 W	235,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,48 A	7,78 A	-42,4 %	
	<i>Vpmax0:</i>	9,8 V	30,2 V	-67,6 %	
	<i>I sc0:</i>	5,99 A	8,42 A	-28,8 %	
	<i>Voc0:</i>	16,9 V	37,1 V	-54,5 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	40,0 W		
	<i>I pmax:</i>	4,24 A			
	<i>Vpmax:</i>	9,4 V			
	<i>I sc:</i>	5,67 A			
	<i>Voc:</i>	16,3 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	2,7 Ohm	0,4 Ohm	635,9 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-48 W			
	<i>Rp:</i>	156 Ohm	308 Ohm	-49,4 %	
	<i>FF:</i>	0,43	0,75	-42,5 %	
	<i>NOCT:</i>	33 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	35,7 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	946 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	45,7 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 1\1.19 11-07-2013 13_34_02.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

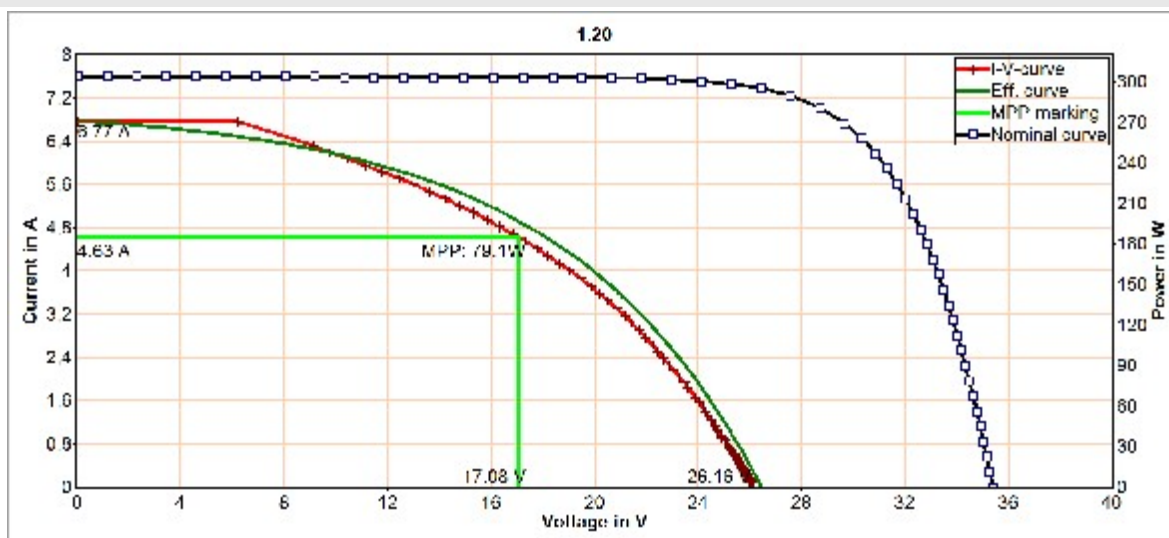
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200200121549

Date of measurement: 11.07.2013 13:34:02

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		Measurm.:	Nominal:	Deviation:	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	96,1 Wp	235,0 W	-59,1 %
	<i>Ppk max:</i>	100,9 W	244,4 W		
	<i>Ppk min:</i>	91,3 W	235,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	5,13 A	7,78 A	-34,0 %	
	<i>Vpmax0:</i>	18,7 V	30,2 V	-38,0 %	
	<i>I sc0:</i>	7,50 A	8,42 A	-10,9 %	
	<i>Voc0:</i>	28,4 V	37,1 V	-23,6 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	79,1 W		
	<i>I pmax:</i>	4,63 A			
	<i>Vpmax:</i>	17,1 V			
	<i>I sc:</i>	6,77 A			
	<i>Voc:</i>	26,2 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	3,1 Ohm	0,4 Ohm	729,5 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-72 W			
	<i>Rp:</i>	27 Ohm	308 Ohm	-91,1 %	
	<i>FF:</i>	0,45	0,75	-40,6 %	
	<i>NOCT:</i>	33 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	34,4 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	902 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	44,7 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 1\1.20 11-07-2013 12_48_20.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

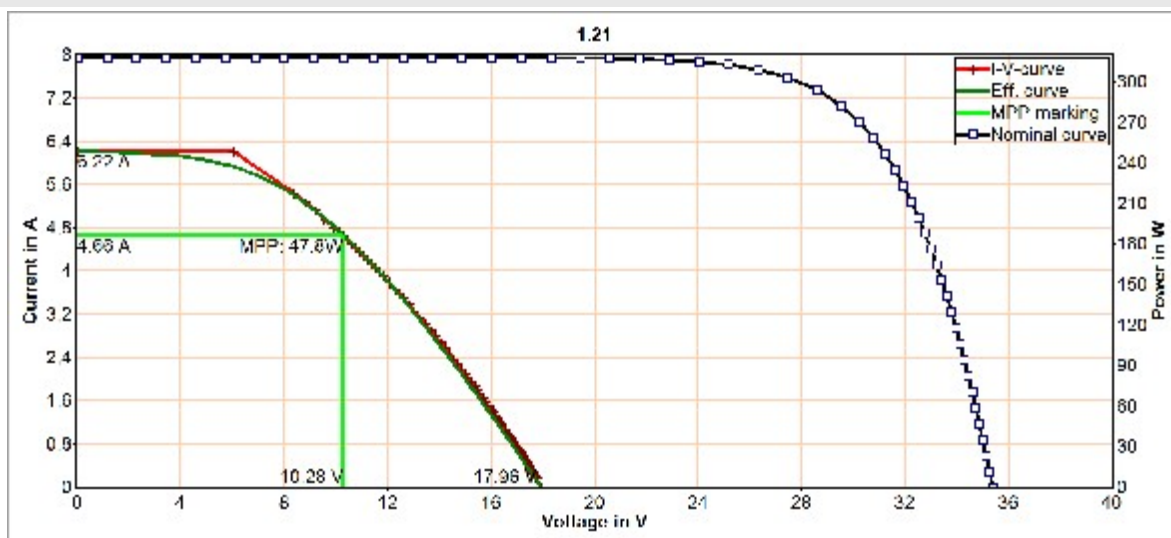
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200100069741

Date of measurement: 11.07.2013 12:48:20

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		Measurm.:	Nominal:	Deviation:	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	52,3 Wp	235,0 W	-77,7 %
	Ppk max:	54,9 W	244,4 W		
	Ppk min:	49,7 W	235,0 W		
	I pmax0:	4,93 A	7,78 A	-36,6 %	
	Vpmax0:	10,6 V	30,2 V	-64,9 %	
	I sc0:	6,58 A	8,42 A	-21,8 %	
	Voc0:	18,6 V	37,1 V	-49,9 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	47,8 W		
	I pmax:	4,66 A			
	Vpmax:	10,3 V			
	I sc:	6,22 A			
	Voc:	18,0 V			
<i>Calculated values:</i>		Rs:	2,7 Ohm	0,4 Ohm	610,9 %
	Losses by add. Rs:	-55 W			
	Rp:	168 Ohm	308 Ohm	-45,3 %	
	FF:	0,43	0,75	-43,0 %	
	NOCT:	33 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	35,9 °C		
	Irradiance E eff:	944 W/m ²			
	Temperature reference cell T ref:	45,7 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 1\1.21 11-07-2013 13_31_20.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

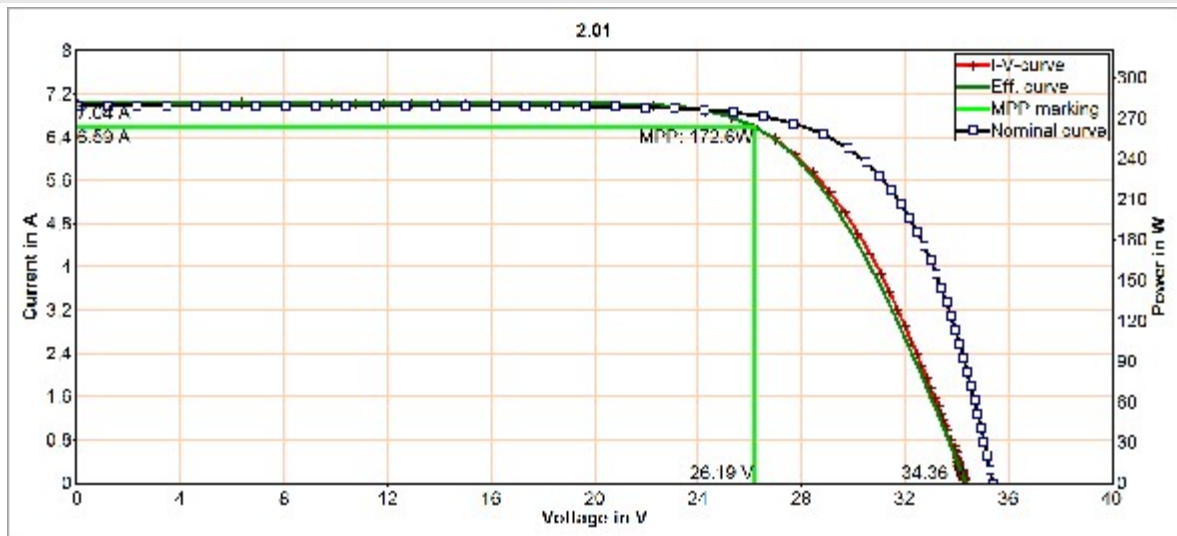
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200200121307

Date of measurement: 11.07.2013 13:31:20

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	211,1 Wp	235,0 W	-10,2 %
	<i>Ppk max:</i>	221,6 W	244,4 W		
	<i>Ppk min:</i>	200,5 W	235,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	7,94 A	7,78 A	2,1 %	
	<i>Vpmax0:</i>	26,6 V	30,2 V	-12,0 %	
	<i>I sc0:</i>	8,49 A	8,42 A	0,8 %	
	<i>Voc0:</i>	35,6 V	37,1 V	-4,1 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	172,6 W		
	<i>I pmax:</i>	6,59 A			
	<i>Vpmax:</i>	26,2 V			
	<i>I sc:</i>	7,04 A			
	<i>Voc:</i>	34,4 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	0,6 Ohm	0,4 Ohm	49,0 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-12 W			
	<i>Rp:</i>	242 Ohm	308 Ohm	-21,4 %	
	<i>FF:</i>	0,71	0,75	-5,2 %	
	<i>NOCT:</i>	32 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	32,1 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	830 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	42,7 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 2\2.01 11-07-2013 12_06_12.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

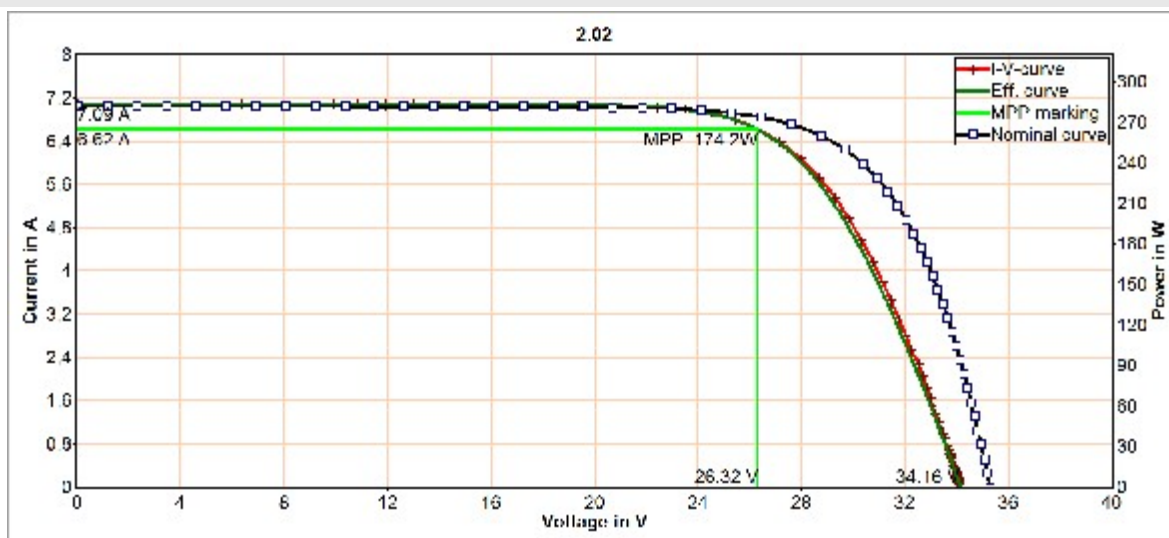
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200100037062

Date of measurement: 11.07.2013 12:06:12

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	213,3 Wp	235,0 W	-9,2 %
	Ppk max:	224,0 W	244,4 W		
	Ppk min:	202,7 W	235,0 W		
	I pmax0:	7,90 A	7,78 A	1,6 %	
	Vpmax0:	27,0 V	30,2 V	-10,6 %	
	I sc0:	8,46 A	8,42 A	0,5 %	
	Voc0:	35,6 V	37,1 V	-4,2 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	174,2 W		
	I pmax:	6,62 A			
	Vpmax:	26,3 V			
	I sc:	7,09 A			
	Voc:	34,2 V			
<i>Calculated values:</i>		Rs:	0,5 Ohm	0,4 Ohm	41,5 %
	Losses by add. Rs:	-10 W			
	Rp:	257 Ohm	308 Ohm	-16,4 %	
	FF:	0,72	0,75	-4,4 %	
	NOCT:	33 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	33,1 °C		
	Irradiance E eff:	838 W/m2			
	Temperature reference cell T ref:	43,0 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 2\2.02 11-07-2013 12_10_28.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

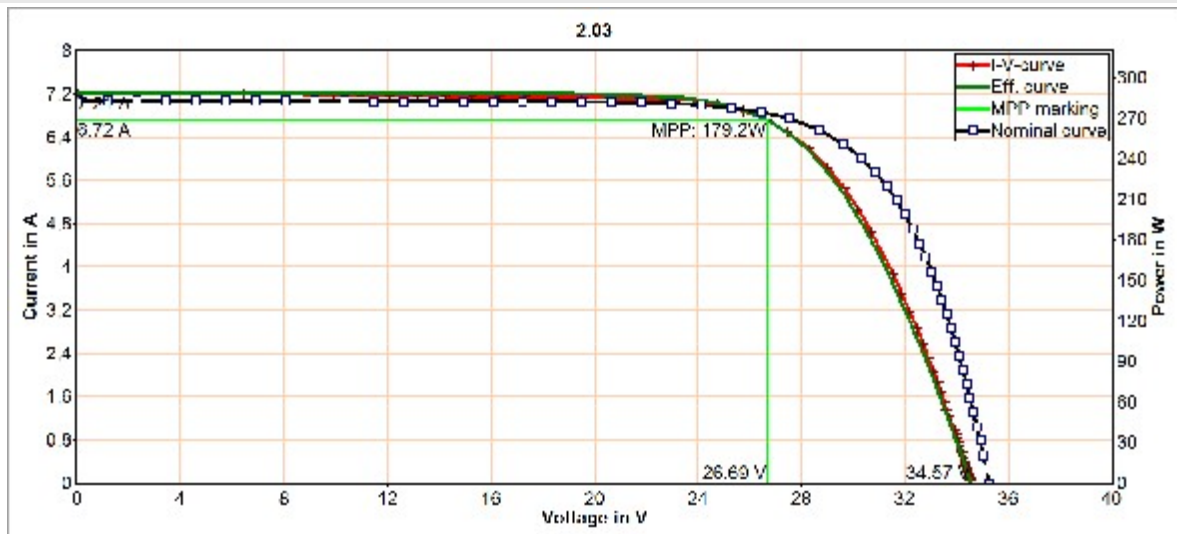
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200100037892

Date of measurement: 11.07.2013 12:10:28

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	219,7 Wp	235,0 W	-6,5 %
	<i>Ppk max:</i>	230,7 W	244,4 W		
	<i>Ppk min:</i>	208,7 W	235,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	7,99 A	7,78 A	2,7 %	
	<i>Vpmax0:</i>	27,5 V	30,2 V	-9,0 %	
	<i>I sc0:</i>	8,58 A	8,42 A	1,9 %	
	<i>Voc0:</i>	36,1 V	37,1 V	-2,8 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	179,2 W		
	<i>I pmax:</i>	6,72 A			
	<i>Vpmax:</i>	26,7 V			
	<i>I sc:</i>	7,21 A			
	<i>Voc:</i>	34,6 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	0,5 Ohm	0,4 Ohm	40,2 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-10 W			
	<i>Rp:</i>	267 Ohm	308 Ohm	-13,3 %	
	<i>FF:</i>	0,72	0,75	-4,4 %	
	<i>NOCT:</i>	33 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	33,5 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	840 W/m2			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	43,1 °C			

Additional Informations

File: \...μετρήσεις\Measurement series1\string 2\2.03 11-07-2013 12_11_34.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

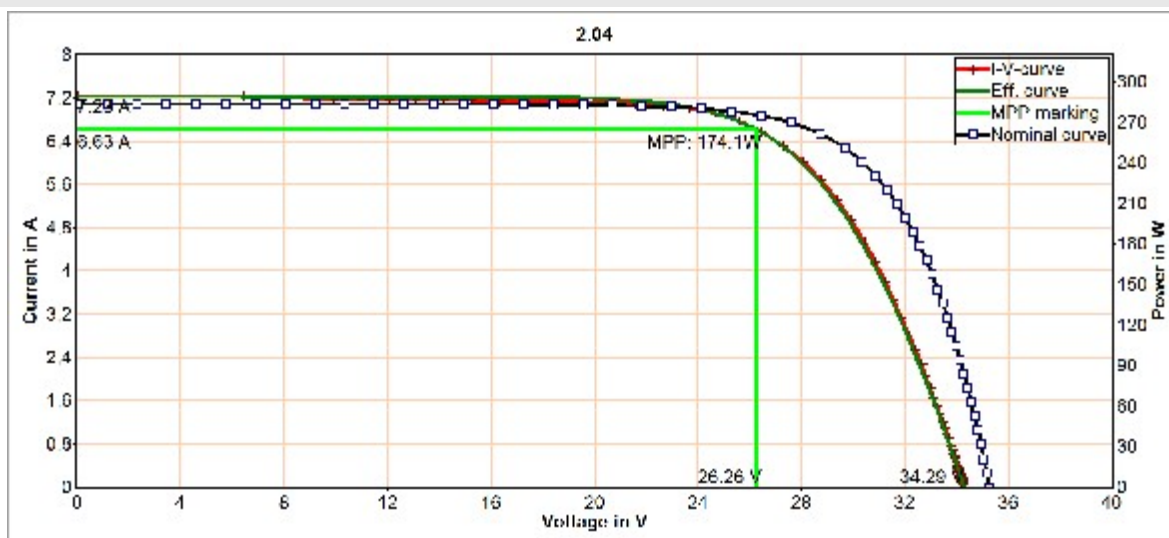
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200100043855

Date of measurement: 11.07.2013 12:11:34

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		Measurm.:	Nominal:	Deviation:	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	214,1 Wp	235,0 W	-8,9 %
	Ppk max:	224,8 W	244,4 W		
	Ppk min:	203,4 W	235,0 W		
	I pmax0:	7,88 A	7,78 A	1,2 %	
	Vpmax0:	27,2 V	30,2 V	-10,0 %	
	I sc0:	8,59 A	8,42 A	2,1 %	
	Voc0:	35,9 V	37,1 V	-3,3 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	174,1 W		
	I pmax:	6,63 A			
	Vpmax:	26,3 V			
	I sc:	7,23 A			
	Voc:	34,3 V			
<i>Calculated values:</i>		Rs:	0,6 Ohm	0,4 Ohm	49,6 %
	Losses by add. Rs:	-11 W			
	Rp:	332 Ohm	308 Ohm	7,8 %	
	FF:	0,70	0,75	-6,7 %	
	NOCT:	33 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	33,3 °C		
	Irradiance E eff:	842 W/m2			
	Temperature reference cell T ref:	43,0 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 2\2.04 11-07-2013 12_12_24.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

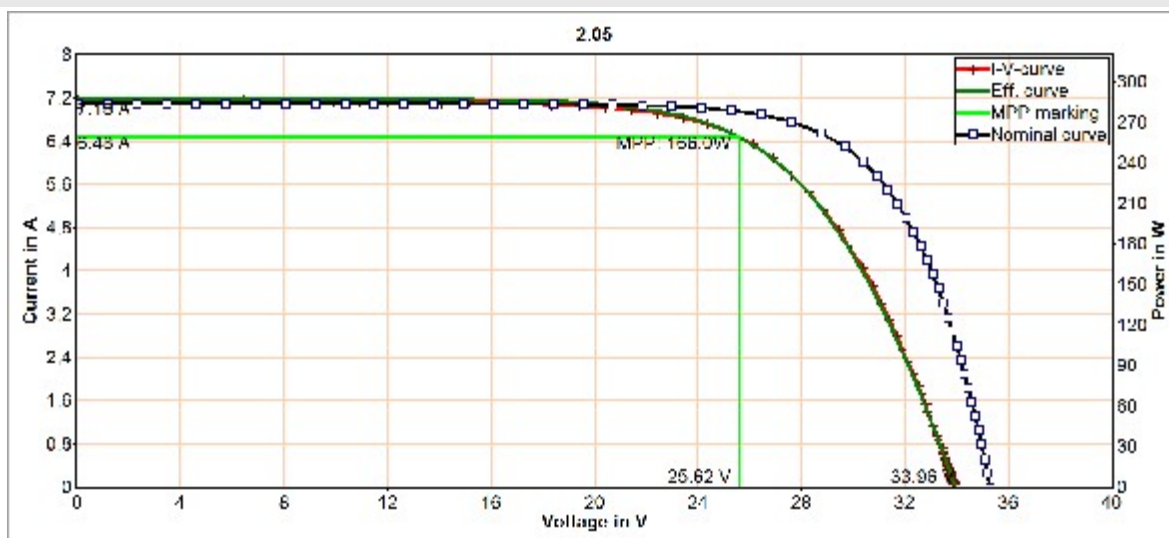
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200100035588

Date of measurement: 11.07.2013 12:12:24

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	204,5 Wp	235,0 W	-13,0 %
	<i>Ppk max:</i>	214,7 W	244,4 W		
	<i>Ppk min:</i>	194,3 W	235,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	7,69 A	7,78 A	-1,2 %	
	<i>Vpmax0:</i>	26,6 V	30,2 V	-11,9 %	
	<i>I sc0:</i>	8,52 A	8,42 A	1,2 %	
	<i>Voc0:</i>	35,6 V	37,1 V	-4,1 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	166,0 W		
	<i>I pmax:</i>	6,48 A			
	<i>Vpmax:</i>	25,6 V			
	<i>I sc:</i>	7,18 A			
	<i>Voc:</i>	34,0 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	0,7 Ohm	0,4 Ohm	92,1 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-20 W			
	<i>Rp:</i>	313 Ohm	308 Ohm	1,8 %	
	<i>FF:</i>	0,68	0,75	-9,5 %	
	<i>NOCT:</i>	32 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	33,2 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	843 W/m ²			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	42,9 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 2\2.05 11-07-2013 12_13_08.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

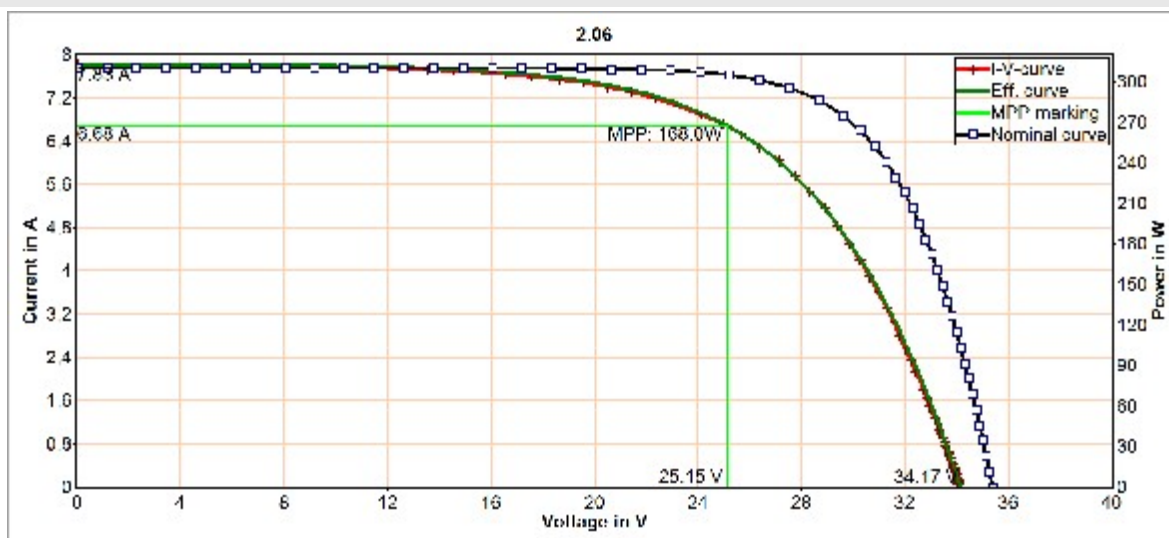
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200100037765

Date of measurement: 11.07.2013 12:13:08

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	193,3 Wp	235,0 W	-17,8 %
	Ppk max:	202,9 W	244,4 W		
	Ppk min:	183,6 W	235,0 W		
	I pmax0:	7,25 A	7,78 A	-6,8 %	
	Vpmax0:	26,7 V	30,2 V	-11,7 %	
	I sc0:	8,49 A	8,42 A	0,9 %	
	Voc0:	36,0 V	37,1 V	-2,9 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	168,0 W		
	I pmax:	6,68 A			
	Vpmax:	25,1 V			
	I sc:	7,83 A			
	Voc:	34,2 V			
<i>Calculated values:</i>		Rs:	1,4 Ohm	0,4 Ohm	288,5 %
	Losses by add. Rs:	-57 W			
	Rp:	195 Ohm	308 Ohm	-36,7 %	
	FF:	0,63	0,75	-16,5 %	
	NOCT:	33 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	35,1 °C		
	Irradiance E eff:	921 W/m ²			
	Temperature reference cell T ref:	45,5 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 2\2.06 11-07-2013 13_03_30.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

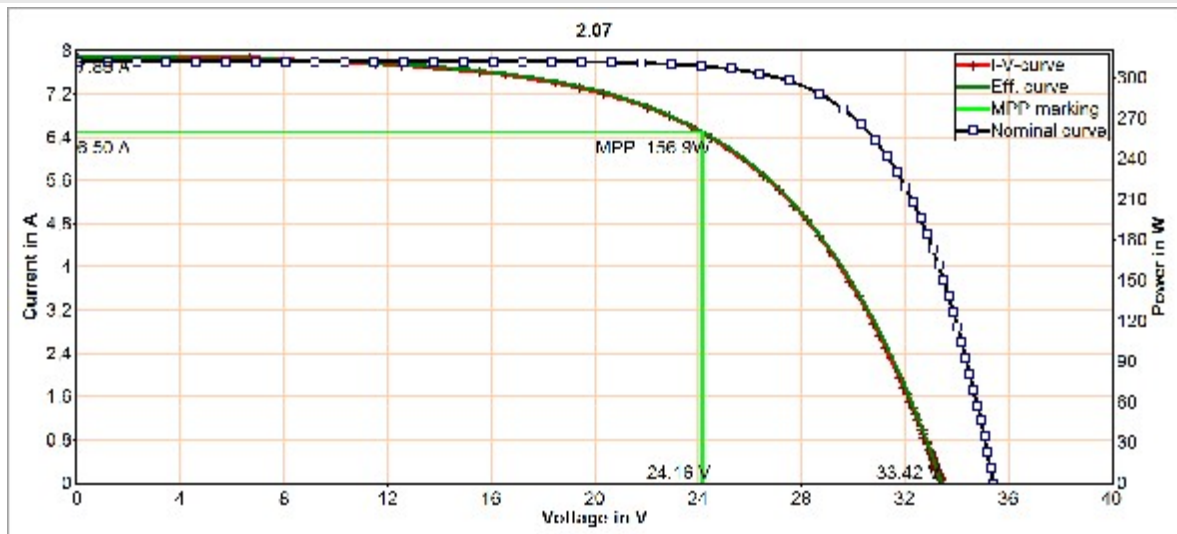
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200100040961

Date of measurement: 11.07.2013 13:03:30

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	180,0 Wp	235,0 W	-23,4 %
	<i>Ppk max:</i>	189,0 W	244,4 W		
	<i>Ppk min:</i>	171,0 W	235,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	7,00 A	7,78 A	-10,0 %	
	<i>Vpmax0:</i>	25,7 V	30,2 V	-14,9 %	
	<i>I sc0:</i>	8,50 A	8,42 A	0,9 %	
	<i>Voc0:</i>	35,3 V	37,1 V	-4,8 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	156,9 W		
	<i>I pmax:</i>	6,50 A			
	<i>Vpmax:</i>	24,2 V			
	<i>I sc:</i>	7,88 A			
	<i>Voc:</i>	33,4 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	2,2 Ohm	0,4 Ohm	481,4 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-88 W			
	<i>Rp:</i>	136 Ohm	308 Ohm	-55,8 %	
	<i>FF:</i>	0,60	0,75	-20,8 %	
	<i>NOCT:</i>	33 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	35,0 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	928 W/m ²			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	45,2 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 2\2.07 11-07-2013 13_07_04.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

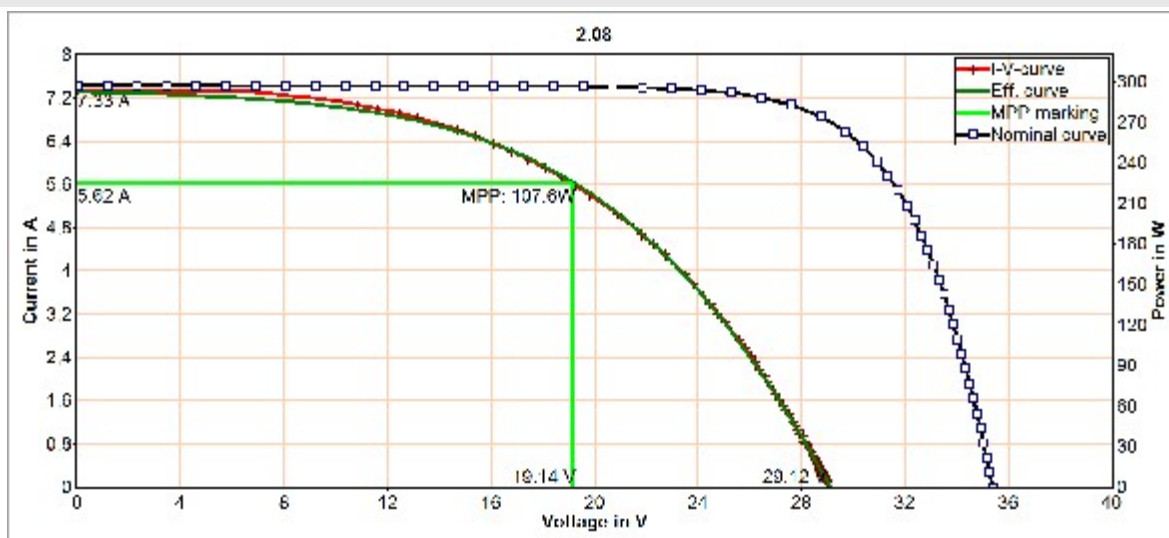
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200200122137

Date of measurement: 11.07.2013 13:07:04

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	129,1 Wp	235,0 W	-45,1 %
	Ppk max:	135,5 W	244,4 W		
	Ppk min:	122,6 W	235,0 W		
	I pmax0:	6,38 A	7,78 A	-18,1 %	
	Vpmax0:	20,2 V	30,2 V	-33,0 %	
	I sc0:	8,32 A	8,42 A	-1,2 %	
	Voc0:	30,9 V	37,1 V	-16,8 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	107,6 W		
	I pmax:	5,62 A			
	Vpmax:	19,1 V			
	I sc:	7,33 A			
	Voc:	29,1 V			
<i>Calculated values:</i>		Rs:	3,5 Ohm	0,4 Ohm	831,1 %
	Losses by add. Rs:	-126 W			
	Rp:	100 Ohm	308 Ohm	-67,6 %	
	FF:	0,50	0,75	-33,0 %	
	NOCT:	33 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	33,8 °C		
	Irradiance E eff:	882 W/m2			
	Temperature reference cell T ref:	44,4 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 2\2.08 11-07-2013 12_33_56.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

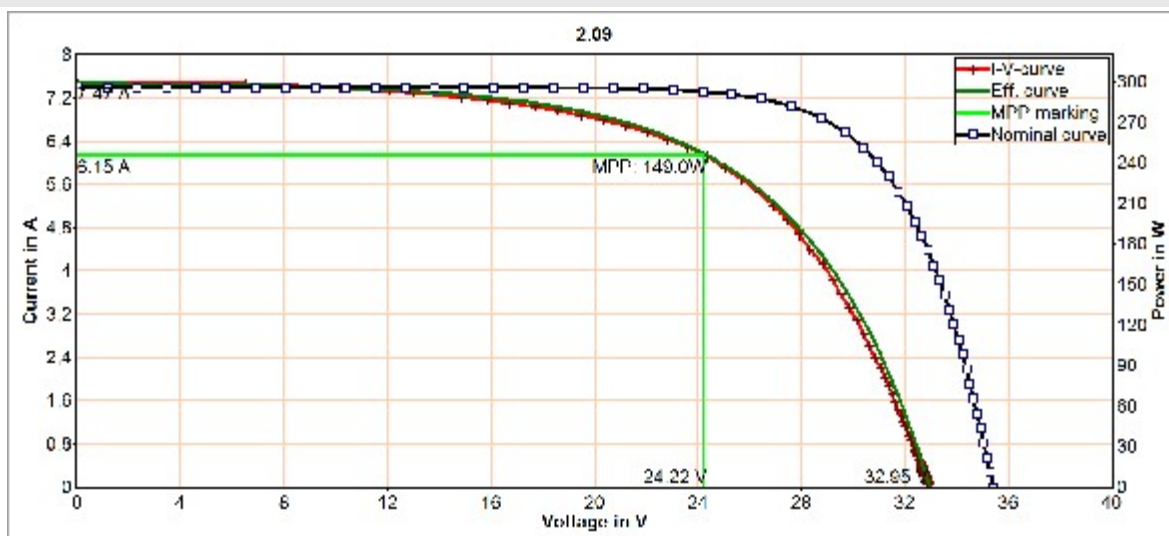
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200100073725

Date of measurement: 11.07.2013 12:33:56

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	182,0 Wp	235,0 W	-22,6 %
	Ppk max:	191,1 W	244,4 W		
	Ppk min:	172,9 W	235,0 W		
	I pmax0:	7,00 A	7,78 A	-10,0 %	
	Vpmax0:	26,0 V	30,2 V	-13,9 %	
	I sc0:	8,50 A	8,42 A	0,9 %	
	Voc0:	35,2 V	37,1 V	-5,1 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	149,0 W		
	I pmax:	6,15 A			
	Vpmax:	24,2 V			
	I sc:	7,47 A			
	Voc:	33,0 V			
<i>Calculated values:</i>		Rs:	2,1 Ohm	0,4 Ohm	471,9 %
	Losses by add. Rs:	-86 W			
	Rp:	128 Ohm	308 Ohm	-58,5 %	
	FF:	0,61	0,75	-19,5 %	
	NOCT:	32 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	33,6 °C		
	Irradiance E eff:	879 W/m ²			
	Temperature reference cell T ref:	44,3 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 2\2.09 11-07-2013 12_33_18.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

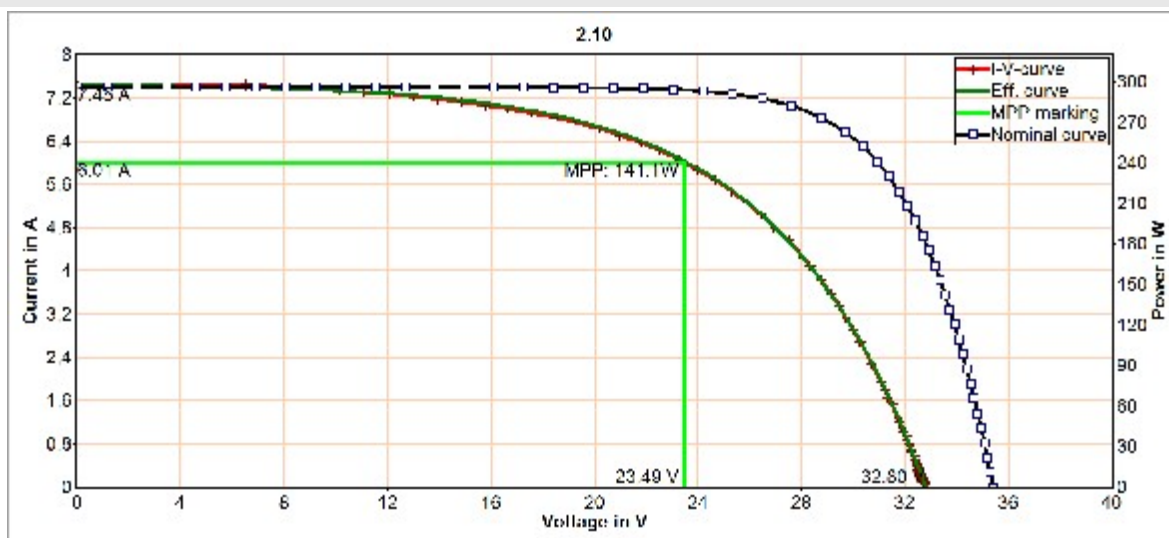
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200100071092

Date of measurement: 11.07.2013 12:33:18

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	172,0 Wp	235,0 W	-26,8 %
	Ppk max:	180,6 W	244,4 W		
	Ppk min:	163,4 W	235,0 W		
	I pmax0:	6,83 A	7,78 A	-12,2 %	
	Vpmax0:	25,2 V	30,2 V	-16,6 %	
	I sc0:	8,46 A	8,42 A	0,5 %	
	Voc0:	35,0 V	37,1 V	-5,6 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	141,1 W		
	I pmax:	6,01 A			
	Vpmax:	23,5 V			
	I sc:	7,45 A			
	Voc:	32,8 V			
<i>Calculated values:</i>		Rs:	2,7 Ohm	0,4 Ohm	634,5 %
	Losses by add. Rs:	-110 W			
	Rp:	113 Ohm	308 Ohm	-63,4 %	
	FF:	0,58	0,75	-23,2 %	
	NOCT:	32 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	33,5 °C		
	Irradiance E eff:	880 W/m2			
	Temperature reference cell T ref:	44,1 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 2\2.10 11-07-2013 12_32_40.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

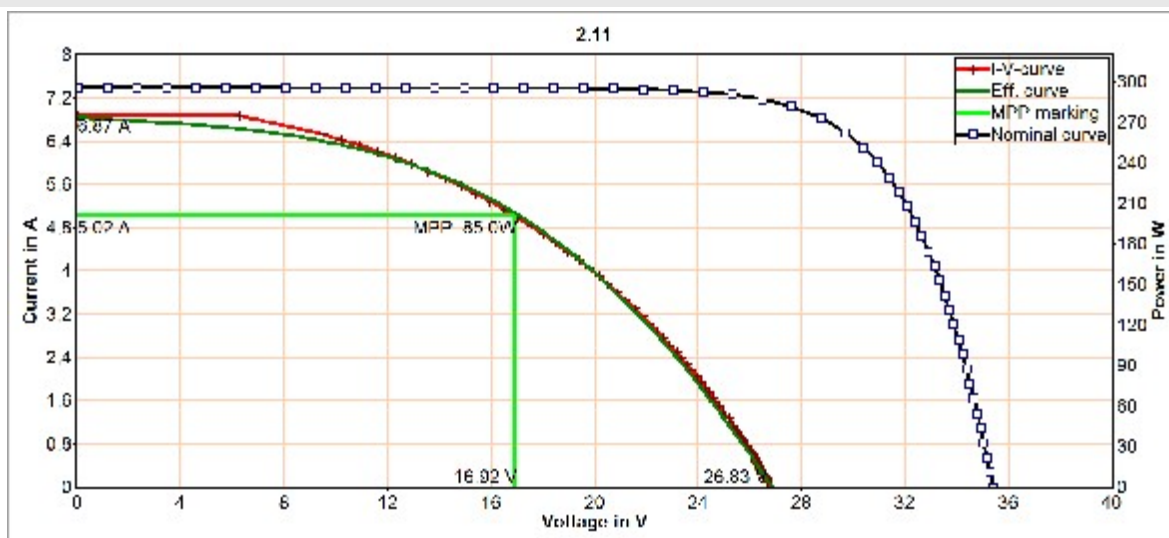
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200200121860

Date of measurement: 11.07.2013 12:32:40

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		Measurm.:	Nominal:	Deviation:	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	102,0 Wp	235,0 W	-56,6 %
	Ppk max:	107,2 W	244,4 W		
	Ppk min:	96,9 W	235,0 W		
	I pmax0:	5,72 A	7,78 A	-26,5 %	
	Vpmax0:	17,8 V	30,2 V	-40,9 %	
	I sc0:	7,83 A	8,42 A	-7,0 %	
	Voc0:	28,5 V	37,1 V	-23,3 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	85,0 W		
	I pmax:	5,02 A			
	Vpmax:	16,9 V			
	I sc:	6,87 A			
	Voc:	26,8 V			
<i>Calculated values:</i>		Rs:	3,7 Ohm	0,4 Ohm	881,1 %
	Losses by add. Rs:	-107 W			
	Rp:	82 Ohm	308 Ohm	-73,5 %	
	FF:	0,46	0,75	-38,7 %	
	NOCT:	32 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	33,6 °C		
	Irradiance E eff:	878 W/m ²			
	Temperature reference cell T ref:	44,0 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 2\2.11 11-07-2013 12_32_06.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

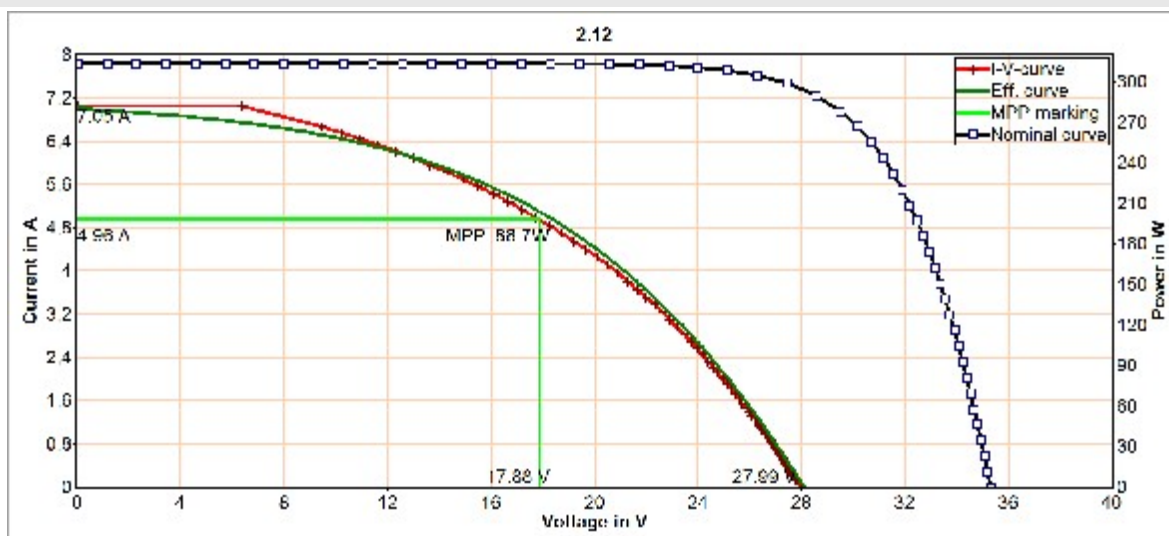
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200100070974

Date of measurement: 11.07.2013 12:32:06

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk: 102,3 Wp		
	<i>Ppk max:</i>	107,4 W	244,4 W	
	<i>Ppk min:</i>	97,1 W	235,0 W	
	<i>I pmax0:</i>	5,32 A	7,78 A	-31,6 %
	<i>Vpmax0:</i>	19,2 V	30,2 V	-36,4 %
	<i>I sc0:</i>	7,57 A	8,42 A	-10,1 %
	<i>Voc0:</i>	29,8 V	37,1 V	-19,7 %
<i>Maximum values (actual):</i>		P max: 88,7 W		
	<i>I pmax:</i>	4,96 A		
	<i>Vpmax:</i>	17,9 V		
	<i>I sc:</i>	7,05 A		
	<i>Voc:</i>	28,0 V		
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i> 3,5 Ohm	0,4 Ohm	833,8 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-88 W		
	<i>Rp:</i>	46 Ohm	308 Ohm	-85,1 %
	<i>FF:</i>	0,45	0,75	-40,2 %
	<i>NOCT:</i>	34 °C		
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i> 36,0 °C		
		<i>Irradiance E eff:</i> 932 W/m2		
		<i>Temperature reference cell T ref:</i> 46,3 °C		

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 2\2.12 11-07-2013 13_13_16.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

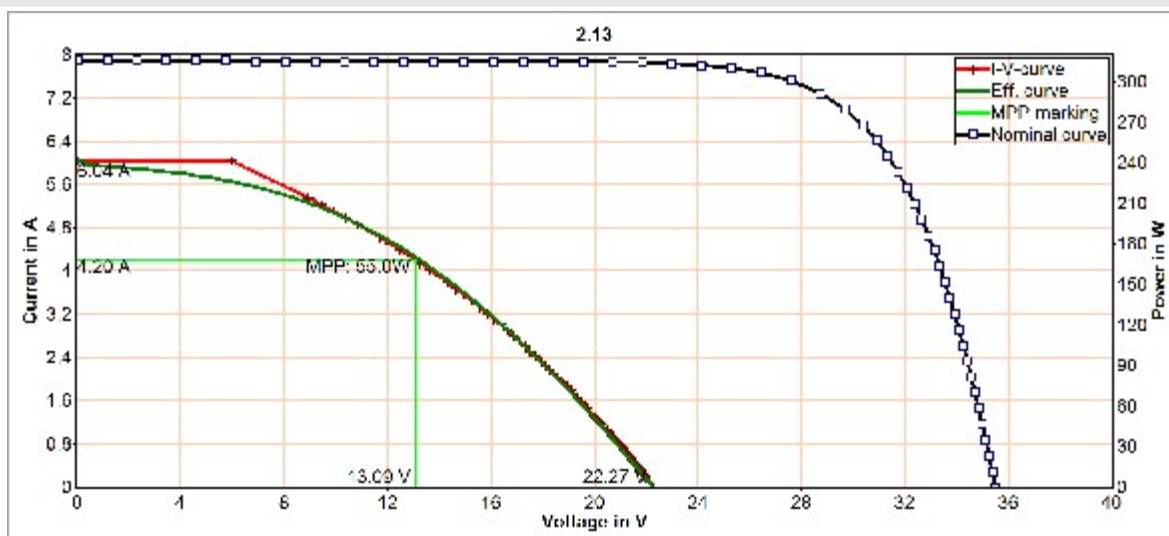
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200100069998

Date of measurement: 11.07.2013 13:13:16

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	61,3 Wp	235,0 W	-73,9 %
	<i>Ppk max:</i>	64,3 W	244,4 W		
	<i>Ppk min:</i>	58,2 W	235,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	4,48 A	7,78 A	-42,4 %	
	<i>Vpmax0:</i>	13,7 V	30,2 V	-54,8 %	
	<i>I sc0:</i>	6,45 A	8,42 A	-23,4 %	
	<i>Voc0:</i>	23,2 V	37,1 V	-37,4 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	55,0 W		
	<i>I pmax:</i>	4,20 A			
	<i>Vpmax:</i>	13,1 V			
	<i>I sc:</i>	6,04 A			
	<i>Voc:</i>	22,3 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	3,8 Ohm	0,4 Ohm	916,3 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-69 W			
	<i>Rp:</i>	101 Ohm	308 Ohm	-67,3 %	
	<i>FF:</i>	0,41	0,75	-45,6 %	
	<i>NOCT:</i>	33 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	34,8 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	937 W/m ²			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	45,6 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 2\2.13 11-07-2013 13_18_48.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

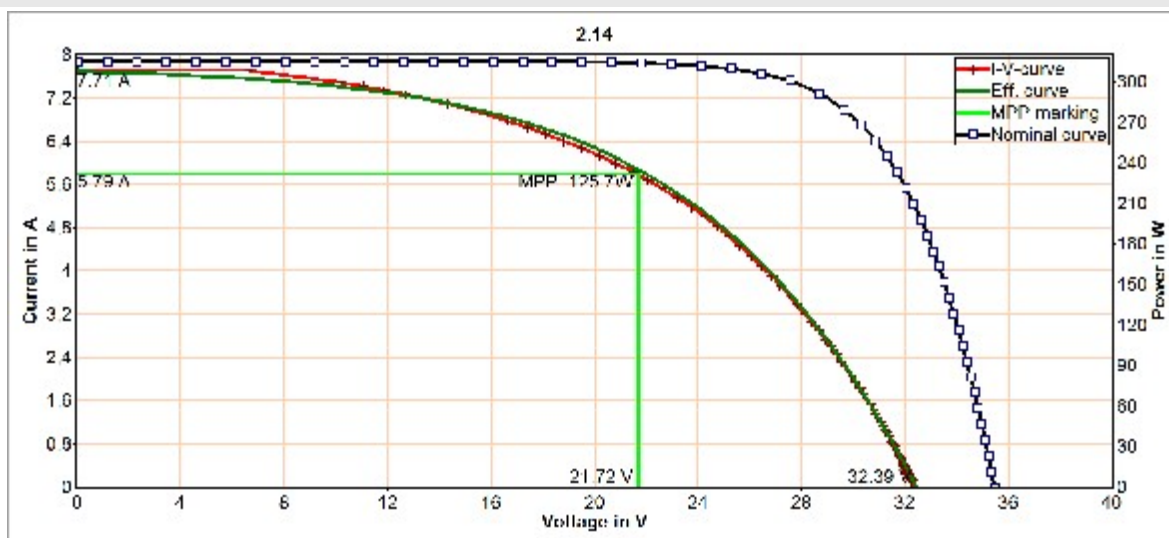
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200200121233

Date of measurement: 11.07.2013 13:18:48

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		Measurm.:	Nominal:	Deviation:	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	143,3 Wp	235,0 W	-39,0 %
	Ppk max:	150,4 W	244,4 W		
	Ppk min:	136,1 W	235,0 W		
	I pmax0:	6,18 A	7,78 A	-20,5 %	
	Vpmax0:	23,2 V	30,2 V	-23,3 %	
	I sc0:	8,23 A	8,42 A	-2,2 %	
	Voc0:	34,3 V	37,1 V	-7,6 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	125,7 W		
	I pmax:	5,79 A			
	Vpmax:	21,7 V			
	I sc:	7,71 A			
	Voc:	32,4 V			
<i>Calculated values:</i>		Rs:	3,6 Ohm	0,4 Ohm	856,4 %
	Losses by add. Rs:	-122 W			
	Rp:	67 Ohm	308 Ohm	-78,2 %	
	FF:	0,50	0,75	-33,1 %	
	NOCT:	33 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	35,0 °C		
	Irradiance E eff:	936 W/m2			
	Temperature reference cell T ref:	45,7 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 2\2.14 11-07-2013 13_17_06.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

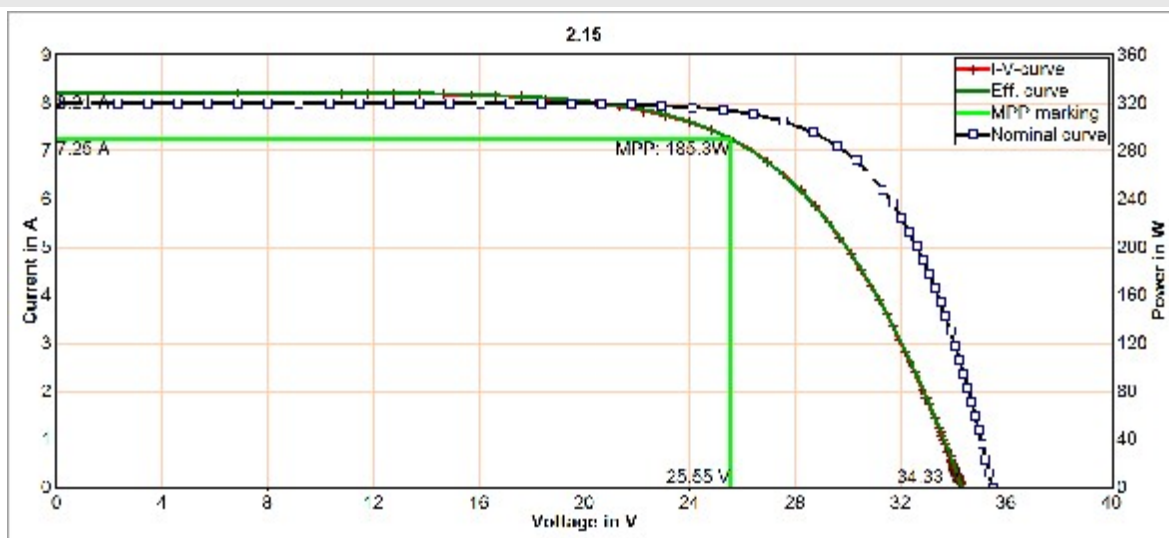
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200100048181

Date of measurement: 11.07.2013 13:17:06

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	205,6 Wp	235,0 W	-12,5 %
	Ppk max:	215,9 W	244,4 W		
	Ppk min:	195,3 W	235,0 W		
	I pmax0:	7,63 A	7,78 A	-1,9 %	
	Vpmax0:	26,9 V	30,2 V	-10,8 %	
	I sc0:	8,65 A	8,42 A	2,7 %	
	Voc0:	35,9 V	37,1 V	-3,1 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	185,3 W		
	I pmax:	7,25 A			
	Vpmax:	25,5 V			
	I sc:	8,21 A			
	Voc:	34,3 V			
<i>Calculated values:</i>		Rs:	0,9 Ohm	0,4 Ohm	137,2 %
	Losses by add. Rs:	-30 W			
	Rp:	244 Ohm	308 Ohm	-20,6 %	
	FF:	0,66	0,75	-12,6 %	
	NOCT:	33 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	35,4 °C		
	Irradiance E eff:	950 W/m ²			
	Temperature reference cell T ref:	45,3 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 2\2.15 11-07-2013 13_39_22.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

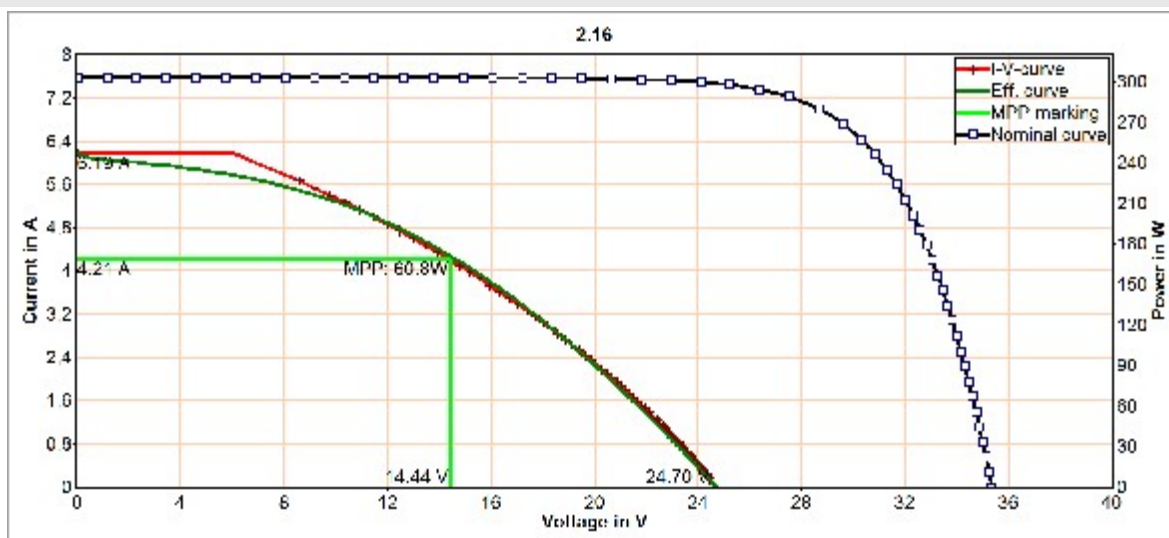
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200200121332

Date of measurement: 11.07.2013 13:39:22

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		Measurm.:	Nominal:	Deviation:	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	70,2 Wp	235,0 W	-70,1 %
	Ppk max:	73,8 W	244,4 W		
	Ppk min:	66,7 W	235,0 W		
	I pmax0:	4,68 A	7,78 A	-39,9 %	
	Vpmax0:	15,0 V	30,2 V	-50,3 %	
	I sc0:	6,88 A	8,42 A	-18,3 %	
	Voc0:	25,9 V	37,1 V	-30,2 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	60,8 W		
	I pmax:	4,21 A			
	Vpmax:	14,4 V			
	I sc:	6,19 A			
	Voc:	24,7 V			
<i>Calculated values:</i>		Rs:	4,1 Ohm	0,4 Ohm	996,0 %
	Losses by add. Rs:	-81 W			
	Rp:	94 Ohm	308 Ohm	-69,4 %	
	FF:	0,40	0,75	-47,1 %	
	NOCT:	33 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	34,6 °C		
	Irradiance E eff:	900 W/m2			
	Temperature reference cell T ref:	45,1 °C			

Additional Informations

File: \...μετρήσεις\Measurement series1\string 2\2.16 11-07-2013 12_45_56.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

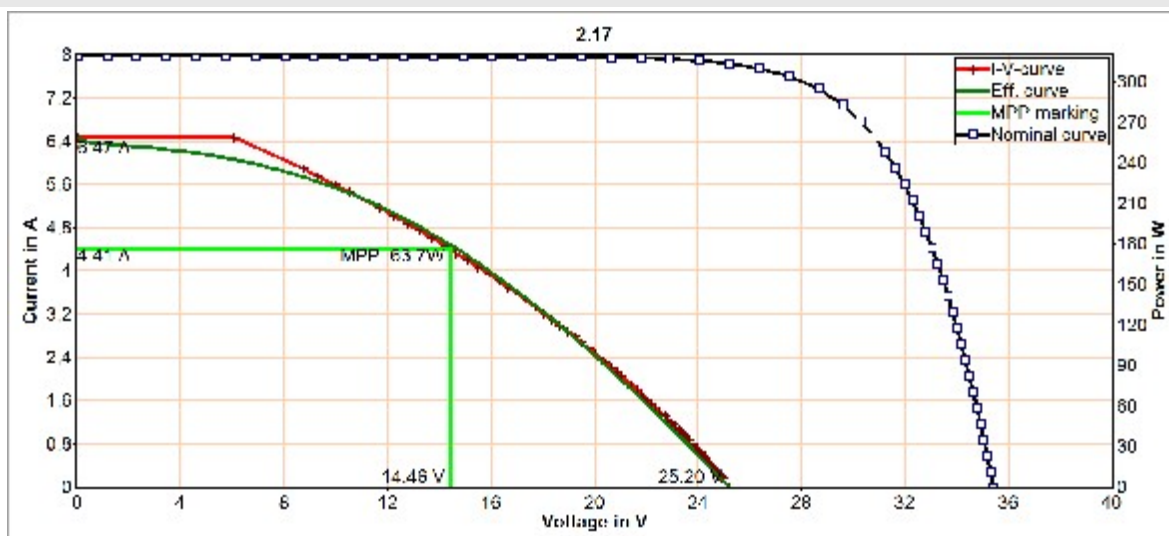
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200200121628

Date of measurement: 11.07.2013 12:45:56

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		Measurm.:	Nominal:	Deviation:	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	70,3 Wp	235,0 W	-70,1 %
	Ppk max:	73,8 W	244,4 W		
	Ppk min:	66,8 W	235,0 W		
	I pmax0:	4,65 A	7,78 A	-40,2 %	
	Vpmax0:	15,1 V	30,2 V	-50,0 %	
	I sc0:	6,83 A	8,42 A	-18,9 %	
	Voc0:	26,2 V	37,1 V	-29,3 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	63,7 W		
	I pmax:	4,41 A			
	Vpmax:	14,5 V			
	I sc:	6,47 A			
	Voc:	25,2 V			
<i>Calculated values:</i>		Rs:	4,1 Ohm	0,4 Ohm	1009,8 %
	Losses by add. Rs:	-81 W			
	Rp:	120 Ohm	308 Ohm	-61,1 %	
	FF:	0,39	0,75	-48,0 %	
	NOCT:	33 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	35,6 °C		
	Irradiance E eff:	947 W/m2			
	Temperature reference cell T ref:	45,5 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 2\2.17 11-07-2013 13_37_10.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

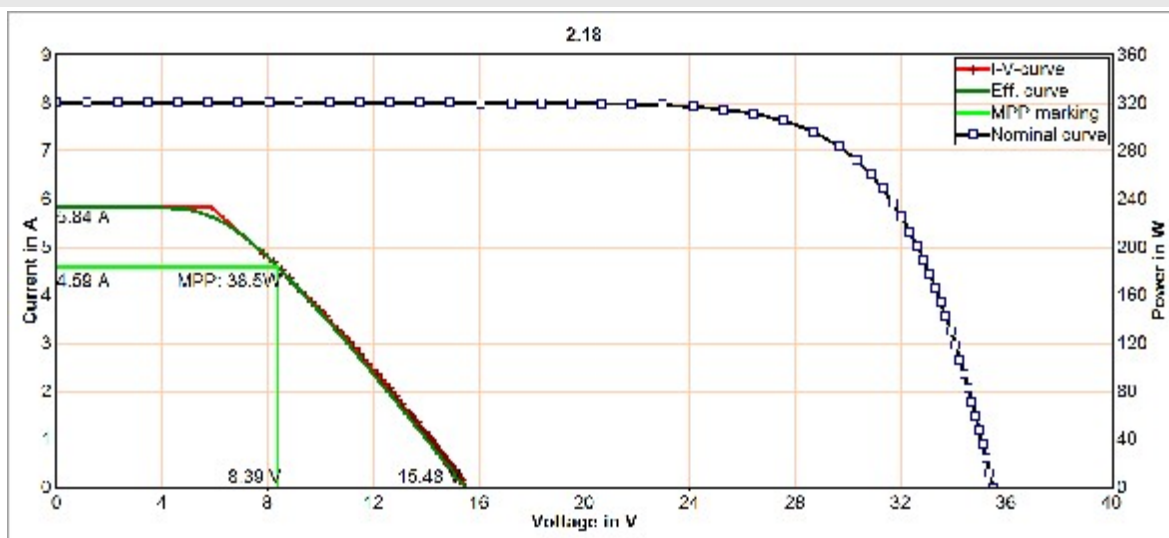
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200200121614

Date of measurement: 11.07.2013 13:37:10

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		Measurm.:	Nominal:	Deviation:	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	41,2 Wp	235,0 W	-82,5 %
	Ppk max:	43,2 W	244,4 W		
	Ppk min:	39,1 W	235,0 W		
	I pmax0:	4,82 A	7,78 A	-38,0 %	
	Vpmax0:	8,5 V	30,2 V	-71,7 %	
	I sc0:	6,14 A	8,42 A	-27,1 %	
	Voc0:	15,9 V	37,1 V	-57,3 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	38,5 W		
	I pmax:	4,59 A			
	Vpmax:	8,4 V			
	I sc:	5,84 A			
	Voc:	15,5 V			
<i>Calculated values:</i>		Rs:	1,5 Ohm	0,4 Ohm	303,3 %
	Losses by add. Rs:	-26 W			
	Rp:	115 Ohm	308 Ohm	-62,5 %	
	FF:	0,43	0,75	-43,4 %	
	NOCT:	33 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	35,3 °C		
	Irradiance E eff:	951 W/m2			
	Temperature reference cell T ref:	45,1 °C			

Additional Informations

File: \...μετρήσεις\Measurement series1\string 2\2.18 11-07-2013 13_42_22.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

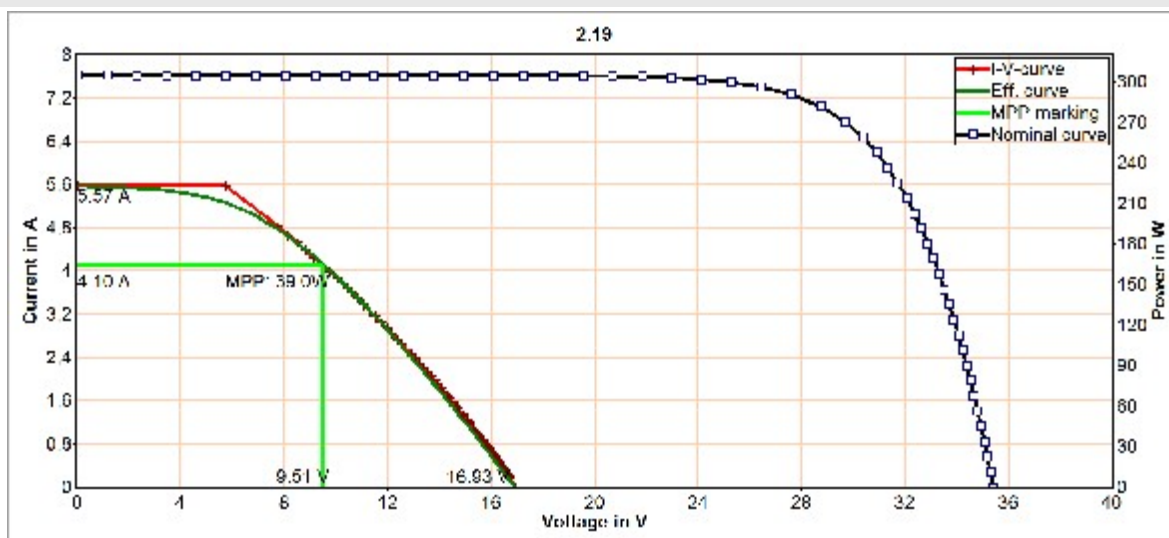
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200200121226

Date of measurement: 11.07.2013 13:42:22

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		Measurm.:	Nominal:	Deviation:	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	43,1 Wp	235,0 W	-81,6 %
	Ppk max:	45,3 W	244,4 W		
	Ppk min:	41,0 W	235,0 W		
	I pmax0:	4,53 A	7,78 A	-41,8 %	
	Vpmax0:	9,5 V	30,2 V	-68,4 %	
	I sc0:	6,15 A	8,42 A	-26,9 %	
	Voc0:	17,4 V	37,1 V	-53,2 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	39,0 W		
	I pmax:	4,10 A			
	Vpmax:	9,5 V			
	I sc:	5,57 A			
	Voc:	16,9 V			
<i>Calculated values:</i>		Rs:	2,9 Ohm	0,4 Ohm	665,6 %
	Losses by add. Rs:	-51 W			
	Rp:	183 Ohm	308 Ohm	-40,4 %	
	FF:	0,41	0,75	-45,1 %	
	NOCT:	33 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	34,3 °C		
	Irradiance E eff:	905 W/m2			
	Temperature reference cell T ref:	45,0 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 2\2.19 11-07-2013 12_49_54.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

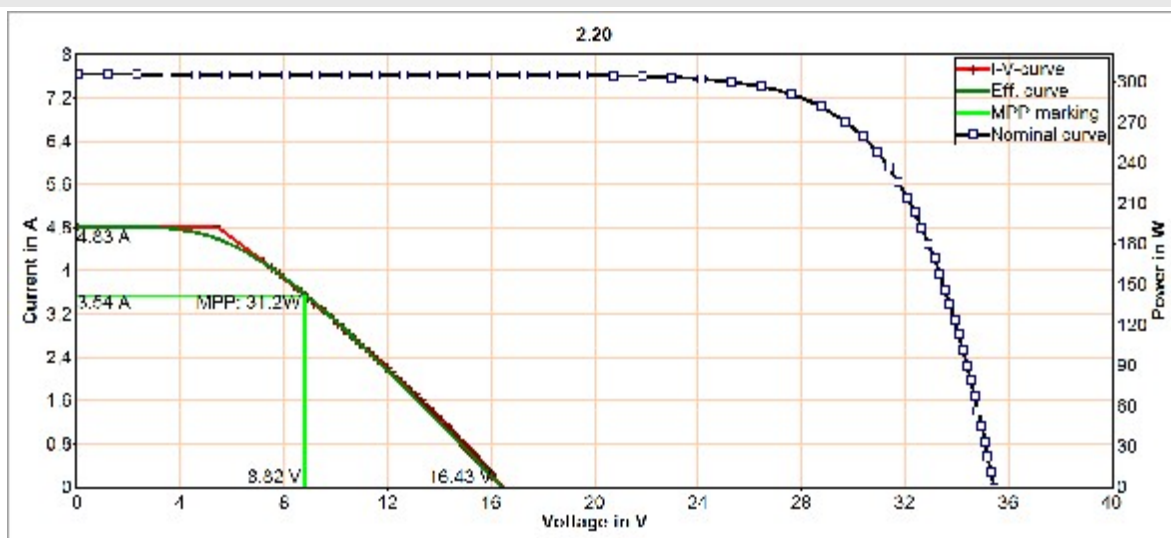
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200200121297

Date of measurement: 11.07.2013 12:49:54

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		<i>Measurm.:</i>	<i>Nominal:</i>	<i>Deviation:</i>	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	33,8 Wp	235,0 W	-85,6 %
	<i>Ppk max:</i>	35,5 W	244,4 W		
	<i>Ppk min:</i>	32,1 W	235,0 W		
	<i>I pmax0:</i>	3,91 A	7,78 A	-49,8 %	
	<i>Vpmax0:</i>	8,6 V	30,2 V	-71,4 %	
	<i>I sc0:</i>	5,32 A	8,42 A	-36,8 %	
	<i>Voc0:</i>	16,7 V	37,1 V	-55,0 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		<i>P max:</i>	31,2 W		
	<i>I pmax:</i>	3,54 A			
	<i>Vpmax:</i>	8,8 V			
	<i>I sc:</i>	4,83 A			
	<i>Voc:</i>	16,4 V			
<i>Calculated values:</i>		<i>Rs:</i>	2,5 Ohm	0,4 Ohm	576,1 %
	<i>Losses by add. Rs:</i>	-33 W			
	<i>Rp:</i>	198 Ohm	308 Ohm	-35,8 %	
	<i>FF:</i>	0,39	0,75	-47,6 %	
	<i>NOCT:</i>	33 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		<i>Cell temperature T mod:</i>	34,2 °C		
	<i>Irradiance E eff:</i>	907 W/m ²			
	<i>Temperature reference cell T ref:</i>	45,0 °C			

Additional Informations

File: \...μετρήσεις\Measurement series1\string 2\2.20 11-07-2013 12_50_46.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

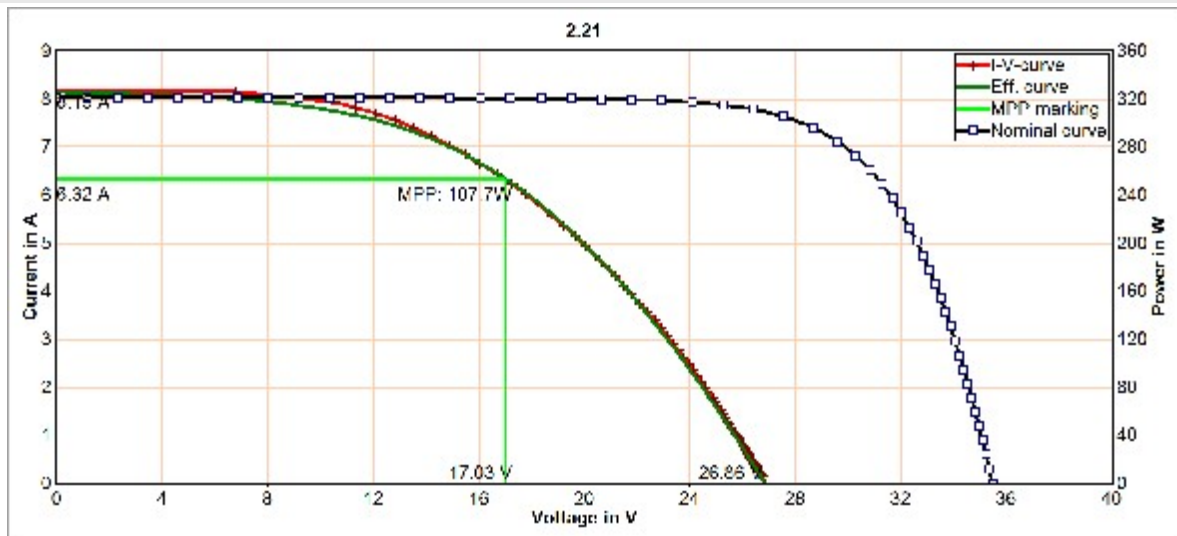
PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200200121299

Date of measurement: 11.07.2013 12:50:46

Description:

Result of PVPM Power Measurement



Measurement Results

Module type: Poly-TM-235 (Schott)

In series: 1 - Parallel: 1

		Measurm.:	Nominal:	Deviation:	
<i>Values at STC:</i>		Peak power P pk:	118,7 Wp	235,0 W	-49,5 %
	Ppk max:	124,7 W	244,4 W		
	Ppk min:	112,8 W	235,0 W		
	I pmax0:	6,64 A	7,78 A	-14,7 %	
	Vpmax0:	17,9 V	30,2 V	-40,8 %	
	I sc0:	8,56 A	8,42 A	1,6 %	
	Voc0:	28,0 V	37,1 V	-24,4 %	
<i>Maximum values (actual):</i>		P max:	107,7 W		
	I pmax:	6,32 A			
	Vpmax:	17,0 V			
	I sc:	8,15 A			
	Voc:	26,9 V			
<i>Calculated values:</i>		Rs:	2,9 Ohm	0,4 Ohm	678,5 %
	Losses by add. Rs:	-112 W			
	Rp:	125 Ohm	308 Ohm	-59,2 %	
	FF:	0,49	0,75	-34,6 %	
	NOCT:	33 °C			
<i>Conditions during measurement:</i>		Cell temperature T mod:	35,5 °C		
	Irradiance E eff:	953 W/m2			
	Temperature reference cell T ref:	45,1 °C			

Additional Informations

File: \...\μετρήσεις\Measurement series1\string 2\2.21 11-07-2013 13_45_30.SUI

PVPM Serial No.: PVPM1000C06011

Sensor: SOZ-03 #7971

Customer: ΜΑΡΙΟΣ ΔΕΛΛΑΤΟΛΑΣ

PV plant: 9,87kWp Τήνος

Plant part: 200200121913

Date of measurement: 11.07.2013 13:45:30

Description:

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4
ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Συσκευές Μέτρησης

1: Παράμετρος	2: Συσκευή
<i>Τάση-V</i>	<i>MULTIMETER FLUKE 289</i>
<i>Ρεύμα-I</i>	<i>CURRENT CLAMP MASTEC MS2138</i>
<i>V_{oc} - I_{sc}</i>	<i>METREL, EUROTEST PV MI 3108 PVPM 1000C</i>
<i>I-V Καμπύλες</i>	