

**ΕΛΕΓΧΟΣ** Φωτοβολταϊκά πλαίσια

# Φορτώστε ενέργεια

Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας αναπτύσσεται ραγδαία – ακόμη και όταν η γερμανική κυβέρνηση θέλει σαφέστατα να την περιορίσει. Το περιοδικό ÖKO-TEST εξέτασε σήμερα 15 φωτοβολταϊκά πλαίσια Γερμανών και ξένων κατασκευαστών. Το αποτέλεσμα είναι ευχάριστο: Στην πλειοψηφία τους αποφέρουν την απόδοση που υπόσχονται οι κατασκευαστές τους.



## Το πόρισμα του ελέγχου

■ Οι κατασκευαστές των ηλιακών συστημάτων μπορούν να εφησυχάσουν. Η πλειοψηφία των πλαισίων είναι καλής έως πολύ καλής ποιότητας. Μόνο δύο προϊόντα παρουσιάζουν σημαντικές ελλείψεις – των εταιρειών Ningbo Solar/Sig Solar και Suntech Power. Είναι προφανές ότι κατασκευάστηκαν το 2008, αλλά κυκλοφορούν ακόμα στην αγορά.

## Ορισμένοι κατασκευαστές μειώνουν την ανοχή ισχύος

■ Με μία μόνο εξαίρεση η απόδοση όλων των πλαισίων, υπό τυποποιημένες συνθήκες ελέγχου, είναι αυτή που υπόσχονται οι κατασκευαστές. Σε μερικές περιπτώσεις, μάλιστα, ο μέσος όρος που προέκυψε από τα δύο δείγματα που υποβλήθηκαν σε έλεγχο

ήταν μεγαλύτερος από την ανοχή ισχύος των κατασκευαστών. Πάνω από τα δύο τρίτα των κατασκευαστών ταξινομούν τις κυψέλες με αρνητικές τιμές ανοχής, ώστε η ονομαστική απόδοση να μπορεί να μειωθεί μέχρι και 5%. Εάν η μετρηθείσα απόδοση είναι μικρότερη από την πραγματική ονομαστική τιμή σε ποσοστό μεγαλύτερο του 0,5% και κατά συνέπεια μόλις που επιτυγχάνεται η ονομαστική απόδοση μέσω της ανοχής, δίνουμε έναν αρνητικό πόντο. Στην περίπτωση του πλαισίου Suntech STP190-18/Ub η μέση ανοχή ισχύος των δύο πλαισίων ξεπέρασε το κατώτατο όριο. Δεν λάβαμε υπόψη τις πιθανές ανακρίβειες κατά τη μέτρηση. Μόνο το γεγονός ότι προέκυψαν αρνητικές ανοχές ισχύος αρκεί για να εκτιμήσουμε ότι υπάρχουν και περαιτέρω ελλείψεις. Μόνο τέσσερις κατασκευαστές είναι φιλικόι προς τον καταναλωτή και ταξινομούν τις κυψέλες και τα πλαίσια έτσι, ώστε η ονομαστική ισχύς να επιτυγχάνεται σε κάθε περίπτωση.

■ Από την ακτινοβολία και τη μετρηθείσα απόδοση υπολογίζεται η τιμή απόδοσης του πλαισίου, η οποία για τις μονοκρυσταλλικές κυψέλες θα πρέπει να ανέρχεται περίπου στο 14% και περίπου στο 13% για τις πολυκρυσταλλικές κυψέλες. Μια άλλη χαρακτηριστική τιμή που καθορίζει την ποιότητα ενός φωτοβολταϊκού πλαισίου είναι ο συντελεστής πλήρωσης, ο οποίος σε τέσσερις περιπτώσεις είναι μικρότερος από 73%. Στα προϊόντα των εταιρειών Ningbo Solar/Sig Solar και Suntech Power, οι ειδικοί μας υποστηρίζουν ότι η τιμή απόδοσης και ο συντελεστής πλήρωσης είναι πολύ χαμηλοί.

■ Από την ακτινοβολία και τη μετρηθείσα απόδοση υπολογίζεται η τιμή απόδοσης του πλαισίου, η οποία για τις μονοκρυσταλλικές κυψέλες θα πρέπει να ανέρχεται περίπου στο 14% και περίπου στο 13% για τις πολυκρυσταλλικές κυψέλες.

Μια άλλη χαρακτηριστική τιμή που καθορίζει την ποιότητα ενός φωτοβολταϊκού πλαισίου είναι ο συντελεστής πλήρωσης, ο οποίος σε τέσσερις περιπτώσεις είναι μικρότερος από 73%. Στα προϊόντα των εταιρειών Ningbo Solar/Sig Solar και Suntech Power, οι ειδικοί μας υποστηρίζουν ότι η τιμή απόδοσης και ο συντελεστής πλήρωσης είναι πολύ χαμηλοί.

## Όταν χτυπά ο ήλιος και τα πλαίσια υπερθερμαίνονται, παράγουν λιγότερη ενέργεια

■ Από τις λήψεις με την κάμερα ηλεκτροφωταύγειας και τη θερμογραφική κάμερα διαπιστώθηκαν σε επτά προϊόντα μικρές ατέλειες, όπως πολύ λεπτές ρωγμές, οι οποίες θα μπορούσαν να επηρεάσουν την απόδοση μακροπρόθεσμα, εάν προκαλέσουν την αποκόλληση ολόκληρων κομματιών. Κάτι που παρατηρήθηκε σε ορισμένα σημεία του πλαισίου Sun Earth TDB125X125-72-P.

## Η αντίδραση των κατασκευαστών

Τόσο το γερμανικό παράρτημα της εταιρείας Suntech καθώς και η εταιρεία Sig Solar, η οποία διανέμει τα προϊόντα της Ningbo Solar στη Γερμανία, μας επεσήμαναν ότι υπεβλήθησαν σε έλεγχο πλαίσια από την παραγωγή του 2008. Αλλά κυκλοφορούν ακόμα στην αγορά. Και οι δύο κατασκευαστές τόνισαν ότι τα συγκεκριμένα προϊόντα δεν συμπεριλαμβάνονται στο πρόγραμμά τους και πώς τα επόμενα προϊόντα τους είναι καλύτερης ποιότητας και υψηλότερης απόδοσης, παρέχονται δηλ. με μεγαλύτερους αριθμούς Watt. Επίσης, και στις δύο περιπτώσεις αναθεωρήθηκαν και οι όροι της εγγύησης. Το ÖKO-TEST θα υποβάλλει σε έλεγχο τα καινούργια πλαίσια και θα δημοσιεύσει τα πορίσματα σε κάποιο από τα επόμενα τεύχη του. *Anna Mai* ▶



Photo: CCVision.de

## Η μέθοδος των ελέγχων μας

### Η αγορά

Αναθέσαμε τον έλεγχο στο εργαστήριο PHOTON του Άαχεν, μέλος του ομίλου PHOTON, από τον οποίο εκδίδεται και το επιστημονικό περιοδικό για την ηλιακή ενέργεια PHOTON. Το ινστιτούτο ελέγχου αγόρασε συνολικά 15 διαφορετικές φωτοβολταϊκά πλαίσια με μονοκρυσταλλικές και πολυκρυσταλλικές κυψέλες, γιατί αυτές παίζουν σημαντικότερο ρόλο στην αγορά, μεταξύ των οποίων συμπεριλαμβάνονται σημαντικές γερμανικές και ξένες μάρκες, κυρίως από την Κίνα. Δυστυχώς την περίοδο που έγινε η αγορά τα πλαίσια ορισμένων κατασκευαστών δεν ήταν διαθέσιμες και έτσι δεν εκπροσωπήθηκαν στους ελέγχους κάποιες εταιρείες, όπως η Solarworld και η Conergy.

### Ο έλεγχος της απόδοσης

Το κατά πόσο τα φωτοβολταϊκά πλαίσια λειτουργούν κανονικά και αποφέρουν την υποσχόμενη απόδοση μπορεί να διαπιστωθεί με ένα γρήγορο έλεγχο πάνω στην τράπεζα δοκιμών, τον οποίο διενεργήσαμε σε δύο δείγματα κάθε εταιρείας. Στον έλεγχο αυτό μετρήθηκε αρχικά η μέγιστη απόδοση των πλαισίων υπό τυποποιημένες συνθήκες με προσομοιωτή ήλιου. Με αυτόν τον τρόπο υπολογίστηκαν και τα στοιχεία των κατασκευαστών. Από τα αποτελέσματα αυτά μπορούν να διαπιστωθούν κι άλλες χαρακτηριστικές τιμές. Επειδή ο ήλιος δεν λάμπει πάντοτε έντονα με 1.000 Watt ανά τετραγωνικό μέτρο, υπήρξε διαβάθμιση της ακτινοβολίας κατά τον έλεγχο ανά βαθμίδες έως 100 Watt το τετραγωνικό μέτρο, για να ελέγξουμε πόση ενέργεια θα παράγουν οι κυψέλες υπό αυτές τις δυσμενείς συνθήκες. Επίσης όταν έχει ζέστη, τα πλαίσια παράγουν λιγότερο ρεύμα από αυτό που παράγουν στις επιτηρούμενες θερμοκρασίες στην τράπεζα δοκιμής. Δεν θα πρέπει όμως να σχηματιστεί στο ευρύ κοινό η εντύπωση ότι οι αποδόσεις μειώνονται, όταν ο ήλιος χτυπά απευθείας επάνω στην οροφή. Με τη βοήθεια του συντελεστή θερμοκρασίας, ο οποίος επίσης προσδιορίζεται, υπολογίσαμε πόσο μειώνεται η απόδοση στους 70 βαθμούς Κελσίου – και αυτή η θερμοκρασία επιτυγχάνεται όταν η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει πάνω στην οροφή. Επίσης στο εργαστήριο ελέγχων PHOTON παρέχεται η δυνατότητα να «φωτιστούν» με συγκεκριμένο τρόπο τυχόν ζημιές στην επιφάνεια των πλαισίων. Εφαρμόζοντας ηλεκτρική τάση οι κυψέλες φωτίζονται μέσω της ακτινοβολίας των φωτονίων σε μη ορατό υπέρυθρο πεδίο φάσματος, το οποίο μπορεί να καταγραφεί από μια κάμερα ηλεκτροφωταύγειας. Έτσι γίνονται ορατές οι ατέλειες ή οι ζημιές, όπως οι λεπτές ρωγμές, τα σπασίματα και οι ρύποι των κυψελών. Τα παραπάνω μπορεί να μειώσουν ήδη από τώρα την απόδοση των πλαισίων, εάν βρίσκονται σε σημεία που δεν είναι πλέον σε άριστη κατάσταση ή μελλοντικά σε σημεία με μικρές ζημιές. Επίσης οι εικόνες της θερμογραφικής κάμερας συμβάλλουν σημαντικά στη γνωμοδότηση για την ποιότητα.

### Αγορά και τιμές

Δεν αναφέρουμε τις τιμές γιατί μεταβάλλονται συνεχώς και εξαρτώνται από το μέγεθος της προσφοράς τους στην αγορά και από τις πωλήσεις τους. Επίσης διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή, στα ηλιακά προπύργια της νότιας Γερμανίας τα πλαίσια είναι πιο ακριβές. Εάν θέλει κανείς να εγκαταστήσει ένα φωτοβολταϊκό σύστημα, παραλαμβάνει την προσφορά από τον υπεύθυνο εγκατάστασης για όλο το σύστημα, στην οποία συχνά δεν αναφέρονται οι τιμές των μεμονωμένων πλαισίων. Κάθε υπεύθυνος εγκατάστασης υπολογίζει διαφορετικά τις τελικές τιμές. Οι τιμές των πλαισίων δίνονται ανά Watt ή Kilowatt. Το εντεταλμένο από το περιοδικό μας ινστιτούτο ελέγχου PHOTON αγόρασε τα πλαίσια σε ποσότητα δύο τεμαχίων στις αρχές του 2010 με τιμές μεταξύ 1,39 και 2,15 Euro ανά Watt από τους αντιπροσώπους, συμπτ. του ΦΠΑ. Τα πλαίσια από την Κίνα είχαν τις χαμηλότερες τιμές, ενώ οι Ευρωπαϊκές τις υψηλότερες.

### Η αξιολόγηση

Επειδή στα φωτοβολταϊκά πλαίσια σε πρώτο πλάνο βρίσκεται η ποσότητα του παραγόμενου ρεύματος, για την αξιολόγησή μας βασιστήκαμε στα αποτελέσματα της μέτρησης απόδοσης. Αξιολογήθηκαν οι αποδόσεις κάτω του μέσου όρου και οι ελλείψεις όπως οι κυψέλες που υπέστησαν βλάβη. Βασιστήκαμε στη μέση τιμή των δύο δειγμάτων που υπεβλήθησαν σε έλεγχο. Εάν ο κατασκευαστής δήλωνε επίσης αρνητική ανοχή ισχύος, ώστε τα πλαίσια μπορούσαν εκ των προτέρων να παράγουν λιγότερο από την ονομαστική ισχύ, το καταγράψαμε στις λοιπές ελλείψεις. Επειδή μπορούσε να ταξινομηθεί τις κυψέλες με θετική ανοχή ισχύος, όπως έκαναν άλλοι κατασκευαστές.

Photo: Schott Solar



Τα πλαίσια ελεγχθήκαν αρχικά στο εργαστήριο PHOTON σε έναν σκοτεινό, θωρακισμένο θάλαμο υπό τις τυποποιημένες συνθήκες ελέγχου. Κατά τη διαδικασία αυτή ακτινοβολήθηκαν αρχικά με στιγμιαίες λάμπες στους 25 βαθμούς

Κελσίου με 1.000 Watt ανά τετραγωνικό μέτρο, με φλας, όπως αναφέρει ο ειδικός. Στη συνέχεια η όλη διαδικασία επαναλήφθηκε με χαμηλότερης έντασης φωτεινότητα – έως περίπου 100 Watt.

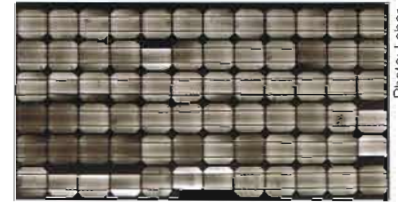


Photo: Labor

Οι λήψεις ηλεκτροφωταύγειας δείχνουν διαφορές φωτεινότητας στο εσωτερικό των κυψελών. Όσο περισσότερα φωτόνια ακτινοβολεί μια περιοχή της κυψέλης, δηλαδή όσο πιο φωτεινή είναι, τόσο περισσότερη ενέργεια παράγει. Αντίθετα, τα σκοτεινά σημεία δεν είναι πλέον ενεργά, όπως φαίνεται ξεκάθαρα στο πλαίσιο Sun Earth TDB125X125-72-P. Επίσης με αυτή τη μέθοδο μπορούν να γίνουν ορατές τυχόν μικρορωγμές.

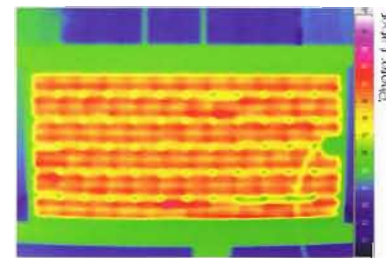


Photo: Labor

Με τη θερμογραφία καταγράφεται η θερμική ακτινοβολία ενός φωτοβολταϊκού πλαισίου, έτσι ώστε οι διαφορές στη θερμοκρασία να γίνονται ορατές στο πλαίσιο καθώς ρέει το ρεύμα. Αυτά υποδεικνύουν ότι υπάρχουν σημεία με ζημιές τα οποία δεν παράγουν πλέον ρεύμα ή κατά τόπους καυτά σημεία (hot spots) λόγω βλαβών στην κυψέλη. Στην περίπτωση του πλαισίου Sun Earth TDB125X125-72-P μπορούν και εδώ να διαπιστωθούν τα σημεία που υπέστησαν βλάβη, η λήψη είναι ανεστραμμένη σε σχέση με την ηλεκτροφωταύγεια.



ΕΛΕΓΧΟΣ Φωτοβολταϊκά πλαίσια	Aleo S_18, 225 W	Schott Poly 220	Sovello SV-X-205-fa1	Upsolar UP-M185M	Bosch c-Si M 60, 230 W	CNPV-220P	Kyocera KD210GH-2PU
Πωλητής	Aleo	Schott Solar	Sovello	Upsolar	Bosch	CNPV	Kyocera
Είδος των κυψελών	πολυκρυσταλλική	πολυκρυσταλλική	πολυκρυσταλλική (string ribbon)	μονοκρυσταλλική	μονοκρυσταλλική	πολυκρυσταλλική	πολυκρυσταλλική
Κατασκευάστηκε στην	Γερμανία	ΕΕ (κυψέλες: Γερμανία)	Γερμανία	Κίνα	Γερμανία	Κίνα	Ευρώπη
Εγγύηση προϊόντος	10 χρόνια	5 χρόνια	5 χρόνια	5 χρόνια	10 χρόνια	10 χρόνια	5 χρόνια
Διαστάσεις	166 x 99 cm	169 x 99 cm	150 x 80 cm	158 x 81 cm	166 x 99 cm	165 x 99 cm	150 x 99 cm
Βάρος	21 kg	23 kg	19 kg	15 kg	21 kg	20 kg	18 kg
Ονομαστική ισχύς	225 W	220 W	205 W	185 W	230 W	220 W	210 W
Ανοχή ισχύος συμ. με κατασκευαστή	0 - 4,99 W	0 / +	0 - 2,5 %	+/- 3 %	+/- 2,5 W	+/- 3 %	+/- 5 %
Μετρηθείσα ισχύς/απόκλιση από την ονομαστική ισχύ	230,5 W / + 2,5 %	222,4 W / + 1,1 %	208,0 W / + 1,5 %	189,6 W / + 2,5 %	232,9 W / + 1,3 %	224,0 W / + 1,8 %	210,3 W / + 0,1 %
Τιμή απόδοσης πλαισίου	14,0 %	13,3 %	13,3 %	14,8 %	14,2 %	13,7 %	14,2 %
Μετατροπή στην τιμή απόδοσης πλαισίου με εξασθενημένο φως (100 W/m <sup>2</sup> )	- 7,7 %	- 7,2 %	- 9,3 %	- 9,3 %	- 5,4 %	- 6,8 %	- 13,9 %
Συντελεστής πλήρωσης	75,5 %	73,3 %	74,3 %	76,3 %	74,7 %	72,7 %	74,2 %
Μετατροπή της ισχύος λόγω θερμότητας (70 °C)	- 19,8 %	- 19,7 %	- 20,0 %	- 19,5 %	- 20,9 %	- 20,2 %	- 19,5 %
Εμφανείς ατέλειες και ελλείψεις (ηλεκτροφωταύγεια και θερμογραφία)	όχι	λίγες	όχι	όχι	όχι	όχι	όχι
Πόρισμα ελέγχου απόδοσης	πολύ καλά	πολύ καλά	πολύ καλά	πολύ καλά	καλά	καλά	καλά
Λοιπές ελλείψεις	όχι	όχι	όχι	ναι	ναι	ναι	ναι
Πόρισμα ελέγχου για λοιπές ελλείψεις	πολύ καλά	πολύ καλά	πολύ καλά	καλά	καλά	καλά	καλά
Παρατηρήσεις	4)						
<b>Τελική γνώμοδότηση</b>	<b>πολύ καλά</b>	<b>πολύ καλά</b>	<b>πολύ καλά</b>	<b>πολύ καλά</b>	<b>καλά</b>	<b>καλά</b>	<b>καλά</b>

## Λεξικό τεχνικών όρων

**Η ονομαστική ισχύς** είναι η μέγιστη απόδοση που αναφέρει ο κατασκευαστής υπό τυποποιημένες συνθήκες ελέγχου: Ακτινοβολία: 1.000 Watt ανά τετραγωνικό μέτρο, θερμοκρασία πλαισίου: 25 βαθμοί Κελσίου και ένας ορισμένος τρόπος ακτινοβολίας, του ηλιακού φάσματος (μάζα αέρα = 1,5). Συχνά η απόδοση αναφέρεται στη μέγιστη τιμή ισχύος σε Watt, μέγιστη ισχύς σημαίνει απλά ότι η μέτρηση της απόδοσης σε Watt πραγματοποιείται υπό τυποποιημένες συνθήκες ελέγχου.

**Από την τιμή απόδοσης του πλαισίου** προκύπτει η συνάρτηση μεταξύ της παρεχόμενης ηλεκτρικής απόδοσης ενός φωτοβολταϊκού πλαισίου και της απόδοσης ακτινοβολίας. Η υψηλή τιμή απόδοσης έχει ως αποτέλεσμα περισσότερη απόδοση στην ίδια επιφάνεια. Για τα πλαίσια με κρυστάλλους η τιμή αυτή κυμαίνεται από 13 έως 14 %, το υπόλοιπο είναι απώλειες, οι οποίες μπορούν να παρεμποδιστούν σε μικρό βαθμό γιατί οφείλονται στο φυσικό περιβάλλον. Η μέγιστη τιμή απόδοσης επιτυγχάνεται συνήθως στις μεσαίες ακτινοβολίες, γύρω στα 700 Watt ανά τετραγωνικό μέτρο.

**Η ανοχή ισχύος** δηλώνει την περιοχή, εντός της οποίας πρέπει να βρίσκονται οι αποδόσεις των μεμονωμένων φωτοβολταϊκών πλαισίων του κατασκευαστή. Επειδή υπάρχουν διαφορετικές ποιότητες κυψελών πυριτίου, θα πρέπει να κατηγοριοποιούνται ανάλογα με την απόδοσή τους. Το ιδανικό είναι όσο το δυνατόν μικρότερο εύρος ζώνης στο έτοιμο πλαίσιο, γιατί τότε μπορεί

να βελτιστοποιηθεί αντίστοιχα το φωτοβολταϊκό σύστημα. Το ασθενέστερο μέλος της σειράς καθορίζει τελικά την αποδοτικότητα. Οι κατασκευαστές αναφέρουν την ανοχή ισχύος σε Watt ή σε ποσοστά. Σε ορισμένες περιπτώσεις είναι μόνο θετική, δηλ. οι κατασκευαστές εγγυώνται μια ελάχιστη απόδοση. Σε άλλους κατασκευαστές η ανοχή ισχύος είναι και αρνητική, συνήθως αναφέρονται ποσοστά +/-3 ή ακόμα και +/-5%. Ανακρίβειες στη μέτρηση της τάξεως του +/-4 % μπορεί να σημαίνουν μείωση της απόδοσης έως και 9 %.

**Ο συντελεστής πλήρωσης** περιγράφει την ποιότητα της χαρακτηριστικής καμπύλης του ρεύματος και της τάσης και είναι δείκτης για την ποιότητα της κυψέλης. Ορίζεται ως ο λόγος της μέγιστης απόδοσης μιας ηλιακής κυψέλης και του παραγόμενου ρεύματος από την τάση ανοικτού κυκλώματος και το ρεύμα βραχυκύκλωσης. Σε ιδανικές συνθήκες ισούται με ένα, κάτι τέτοιο όμως δεν είναι δυνατό στις φυσικές συνθήκες, στις κυψέλες με κρυστάλλους επιτυγχάνονται τιμές γύρω στο 75 % (αναφέρεται και ως 0,75).

**Ο συντελεστής θερμοκρασίας** δηλώνει σε ποιο βαθμό μειώνεται η απόδοση λόγω θερμότητας. Για τα πλαίσια με κρυστάλλους είναι συνήθως στο -0,45 % ανά Kelvin περίπου. Όσο χαμηλότερος είναι, τόσο καλύτερα, τόσο λιγότερο μειώνεται η απόδοση κατά τους καύσωνες του καλοκαιριού.



REC Premium 210	Solarfabrik SF 200A-225	Solarwatt M220-60 GET AK, 230 W	Yingli YL210P-29b	Trina TSM-180DC01	Solarfun SF160-24-1M180	Sun Earth TDB125X125-72-P	Suntech STP190-18/Ub
REC	Solar-Fabrik	Solarwatt	Yingli	Trina	Solarfun	Ningbo Solar / Sig Solar	Suntech Power
πολυκρυσταλλική	πολυκρυσταλλική	μονοκρυσταλλική	πολυκρυσταλλική	μονοκρυσταλλική	μονοκρυσταλλική	μονοκρυσταλλική	πολυκρυσταλλική
Σουηδία	Γερμανία (κυψέλες: Σιγκαπούρη)	Γερμανία	Κίνα	Κίνα	Κίνα	Κίνα	Κίνα
63 μήνες	7 χρόνια	5 χρόνια	5 χρόνια	5 χρόνια	5 χρόνια	2 χρόνια	5 χρόνια
167 x 99 cm	167 x 100 cm	168 x 99 cm	165 x 99 cm	158 x 81 cm	158 x 81 cm	158 x 81 cm	148 x 99 cm
22 kg	24 kg	24 kg	20 kg	16 kg	15 kg	16 kg	17 kg
210 W	225 W	230 W	210 W	180 W	180 W	160 W	190 W
+/- 5 %	+/- 2,5 W	0 - 5 W	+/- 3 %	+/- 3 %	+/- 5 %	+/- 5 %	+/- 3 %
212,2 W / + 1,0 %	223,5 W / - 0,7 %	231,6 W / + 0,7 %	218,5 W / + 4,1 %	180,6 W / + 0,3 %, <b>μεγάλη απόκλιση των δύο πλαισίων</b>	179,3 W / - 0,4 %	159,9 W / - 0,1 %	184,1 W / - 3,1 %
12,9 %	13,4 %	13,9 %	13,4 %	14,1 %	14,0 %	12,5 %	12,5 %
- 8,7 %	- 9,1 %	- 6,6 %	- 11,2 %	- 8,3 %	- 12,4 %	- 5,3 %	- 19,0 %
<b>72,5 %</b>	73,6 %	75,0 %	74,0 %	75,9 %	74,2 %	<b>70,2 %</b>	<b>72,2 %</b>
- 20,0 %	- 17,6 %	- 22,3 %	- 19,4 %	- 19,5 %	- 20,4 %	- 20,6 %	- 19,3 %
όχι	λίγες	λίγες	λίγες	λίγες	λίγες	<b>Ναι, σημεία με ζημιές</b>	λίγες
καλά	καλά	καλά	καλά	καλά	ικανοποιητικά	ικανοποιητικά	ικανοποιητικά
ναι	ναι	όχι	ναι	ναι	ναι	ναι	ναι
καλά	καλά	πολύ καλά	καλά	ικανοποιητικά	ικανοποιητικά	καλά	καλά
6)				1)	1) 5)	2)	3)
καλά	καλά	καλά	καλά	ικανοποιητικά	μέτρια	ελλιπώς	ελλιπώς

Οι ελλείψεις επισημαίνονται με έντονη γραφή.

Συντομογραφίες: W = Watt.

**Παρατηρήσεις:** 1) Οι όροι της εγγύησης δεν διατίθενται στα γερμανικά. 2) Το πλαίσιο κατασκευάστηκε τον Αύγουστο του 2008 και σύμφωνα με τον κατασκευαστή δεν συμπεριλαμβάνεται "εδώ και δύο χρόνια στον κατάλογο της εταιρείας". Οι κατασκευαστές δήλωσαν ότι κατασκευάστηκαν στο "παλιό εργοστάσιο" και δεν πληρούν τις σύγχρονες προδιαγραφές ποιότητας και απόδοσης. Σήμερα κατασκευάζονται ως επί το πλείστον πλαίσια τουλάχιστον 180 Watt, με ανοχή ισχύος της τάξεως του 0 - 3 % και επιταγική εγγύηση. 3) Σύμφωνα με τον πωλητή τα δείγματα ελέγχου προήλθαν από την παραγωγή του 2008 και για το λόγο αυτό δεν πληρούν τις σημερινές απαιτήσεις της τεχνολογίας και της παραγωγής. Επίσης στο μεσοδιάστημα αυτό ανασυντάχθηκαν και οι όροι της εγγύησης. 4) Τα δείγματα ελέγχου παραδόθηκαν από τον κατασκευαστή, γιατί δεν ήταν άμεσα διαθέσιμα. 5) Σύμφωνα με τον πωλητή η ανοχή ισχύος αναβαθμίστηκε σε +/- 3 % στην παραγωγή του έτους 2009. 6) Σύμφωνα με τον πωλητή το νέο όνομα του πλαισίου είναι REC AE 210. Η θετική κατηγοριοποίηση ισχύει από τον Ιανουάριο του 2010, η ανοχή ισχύος είναι πλέον 0 - 2 % ή 0 - 5 W.

**Υπόμνημα:** Τα προϊόντα που ελέγχθηκαν με το ίδιο κριτήριο αναφέρονται με αλφαβητική σειρά. Με δύο βαθμούς μείον αξιολογείται το πόρισμα του ελέγχου απόδοσης: τιμή απόδοσης του πλαισίου μικρότερη από 13,9 % στις μονοκρυσταλλικές κυψέλες μαζί με εμφανείς ελλείψεις (σημεία με ζημιές). Ένας βαθμός μείον κατά την αξιολόγηση όταν: α) η σύντομη διατήρηση της ισχύος (εξαικίνοντας από ισχύ της τάξης του - 0,5 % σε σύγκριση με την ονομαστική ισχύ, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι ανοχές μέτρησης) και/ή ισχύς εκτός των ορίων ανοχής ισχύος του κατασκευαστή, β) μεγάλη απόκλιση της μετρηθείσας ισχύος μεταξύ των δύο δειγμάτων ελέγχου άνω του 5 %, γ) τιμή απόδοσης πλαισίου μικρότερη από 12,9 % στις πολυκρυσταλλικές κυψέλες, δ) συντελεστής πλήρωσης μικρότερος από 73 %, ε) μείωση της τιμής απόδοσης πλαισίου σε περίπτωση εξασθενημένου φωτός (100 W/m<sup>2</sup>)

σε ποσοστό άνω του 10 % στα 1.000 W/m<sup>2</sup>, ε) μείωση της απόδοσης λόγω θερμότητας (70 °C) σε ποσοστό άνω του 20,25 %, το οποίο αντιστοιχεί σε συντελεστή θερμοκρασίας άνω του - 0,45 %/K. Στο πόρισμα ελέγχου ένας βαθμός χρωμάτιζε για τις λοιπές ελλείψεις: α) αριθμητική ανοχή ισχύος, β) οι όροι εγγύησης δεν διατίθενται στα γερμανικά. Η τελική γνωμοδότηση βασίστηκε στο πόρισμα του ελέγχου ισχύος. Ο χαρακτηρισμός „ικανοποιητικά“ στην κατηγορία των λοιπών ελλείψεων, μειώνει την τελική γνωμοδότηση κατά ένα βαθμό.

**Μέθοδοι ελέγχου:** Μέτρηση απόδοσης σε τυποποιημένες συνθήκες ελέγχου: Ακτινοβολία: 1.000 W/m<sup>2</sup> στο επίπεδο πλαισίου, θερμοκρασία κυψέλης/πλαισίου 25 °C, μόλις αέρα: 1,5, προσομοιωτής ήλιου Pasa Sun Simulator IIIb MFG 502. Συμπεριφορά σε εξασθενημένο φως: όπως στη μέτρηση απόδοσης, η ένταση της ακτινοβολίας όμως αυξάνεται στα: 100, 200, 400 και 700 W/m<sup>2</sup>. Συντελεστής θερμοκρασίας: Ελήφθη υπόψη η χαρακτηριστική καμπύλη ενέργειας/τάσης στα 1.000 W/m<sup>2</sup> και μόλις αέρα 1,5 με τον προσομοιωτή ήλιου, κατά τη διαδικασία αυτή αυξήθηκε η θερμοκρασία του φωτοβολταϊκού πλαισίου σε συγκεκριμένες βαθμίδες μέχρι πάνω από 70 °C. Από τους συντελεστές θερμοκρασίας προκύπτει η απόδοση σε περίπτωση υπερθέρμανσης (70 °C) πολλαπλασιάζοντας με το συντελεστή θερμοκρασίας των 45 βαθμών. Εμφανείς απώλειες και ελλείψεις: α) με τη μέθοδο της ηλεκτροφωταύγησης: Εφαρμογή τάσης στις συνδέσεις του πλαισίου, λήψη της ακτινοβολίας των φωτονίων των κυψελών με κάμερα ηλεκτροφωταύγησης, β) με τη μέθοδο της θερμογραφίας υπό φορτίο: Παροχή ενέργειας στο πλαίσιο, μέτρηση της θερμότητας με θερμογραφική κάμερα, ανάλυση 1.23 Megapixel (1.280 x 960 Pixel). Στα πορίσματα του ελέγχου έγινε απλή αριθμητική στρωγγυλοποίηση κατά ένα ψηφίο μετά την υποδιαστολή. Οι διαστάσεις και το βάρος είναι στοιχεία που αναφέρονται κατά προσέγγιση, οι διαστάσεις στρωγγυλοποιήθηκαν σε ακέραιους αριθμούς εκατοστών, ενώ το βάρος σε κιλά.

Αγορά των δειγμάτων ελέγχου: Ιανουάριος - Φεβρουάριος 2010.

Κατάλογος πωλητών: βλέπε [www.oekotest.de](http://www.oekotest.de)