

ΔΟΜΗΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΠΟΘΗΚΩΝ

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ



Εγκατάσταση
ΦΒ Συστημάτων
Prologis στη Γαλλία

Οι αποφάσεις της πολιτείας ορίζουν ένα νέο επενδυτικό περιβάλλον σχετικά με τις επενδύσεις στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, θεσμοθετώντας ένα Στρατηγικό και Θεσμικό πλαίσιο, ορίζοντας εθνικούς στόχους για την κάλυψη με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ενός ποσοστού της ακαθάριστης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι το 2020. Ιδιαίτερα με την ψήφιση των τελευταίων νόμων δημιουργούνται ευνοϊκές αλλαγές, σχετικά με τις ρυθμίσεις πολεοδομικού χαρακτήρα και οι οποίες αφορούν την εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Συστημάτων.

ΓΡΑΦΕΙ Ο ΧΡΗΣΤΟΣ ΜΑΝΩΛΑΣ

Πριν προχωρήσουμε όμως στην ανάλυση περιπτώσεων για την εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων σε Βιομηχανικές Εγκαταστάσεις σε διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας με την προσομοίωση εγκατάστασης διαφορετικών τεχνικών λύσεων προτείνουμε μια μικρή αναδρομή σε αναφορά με τις γενικές αρχές λειτουργίας των Φ/Β συστημάτων και του νέου Θεσμικού πλαισίου.

1. Γενικές αρχές λειτουργίας του Φ/Β φαινομένου Ηλιακή Ενέργεια

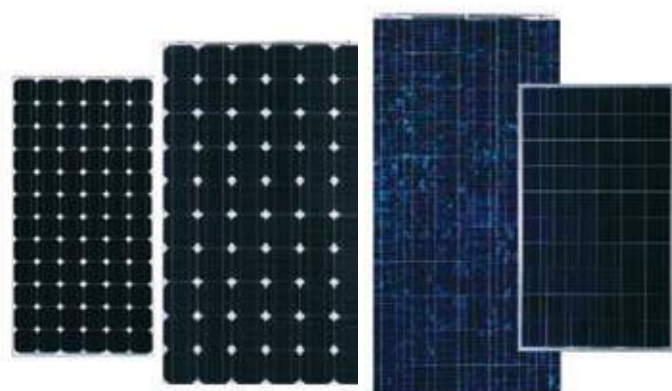
Ηλιακή Ενέργεια, μπορεί να αξιοποιηθεί από τεχνολογίες οι οποίες εκμεταλλεύονται τη θερμική και Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία του, κάνοντας χρήση Μηχανικών μέσων για τη Συλλογή, Αποθήκευση και Διανομή της. Το ηλιακό φως αποτελείται από πακέτα ενέργειας τα οποία ονομάζονται φωτόνια, και τα οποία περιέχουν διαφορετικά ποσά ενέργειας ανάλογα με το μήκος κύματος του ηλιακού φάσματος. Το φωτοβολταϊκό στοιχείο λειτουργεί σαν "ημιαγωγός", και στην περίπτωση πρόσπτωσης των φωτονίων, ένα μέρος αντανακλάται, ένα τμήμα φωτονίων το διαπερνά και ένα τμήμα απορροφάται. Τα φωτόνια τα οποία απορροφώνται από το φωτοβολταϊκό στοιχείο είναι αυτά που παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα. Τα φωτόνια αναγκάζουν τα ηλεκτρόνια του φωτοβολταϊκού στοιχείου να μετακινηθούν σε άλλη θέση και ως γνωστό ο ηλεκτρισμός δεν είναι παρά προσανατολισμένη κίνηση ηλεκτρονίων. Στην παραπάνω απλή αρχή της φυσικής βασίζεται μια από τις πιο εξελιγμένες τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρισμού στις μέρες μας.



Ορολογία

Φωτοβολταϊκό φαινόμενο ονομάζεται η άμεση μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική τάση. Για ευκολία, συνήθως χρησιμοποιούμε τη σύντμηση Φ/Β για τη λέξη "φωτοβολταϊκό" (photovoltaic - PV).

- **Φωτοβολταϊκό στοιχείο.** Η ηλεκτρονική διάταξη που παράγει ηλεκτρική ενέργεια όταν δέχεται ακτινοβολία. Λέγεται ακόμα Φ/Β κύτταρο ή Φ/Β κυψέλη (PV cell).
- **Φωτοβολταϊκό πλαίσιο.** Ένα σύνολο Φ/Β στοιχείων που είναι ηλεκτρονικά συνδεδεμένα. Αποτελεί τη βασική δομική μονάδα της Φ/Β γεννήτριας (PV module).
- **Φωτοβολταϊκό πάνελ.** Ένα ή περισσότερα Φ/Β πλαίσια, που έχουν προκατασκευαστεί και συναρμολογηθεί σε ενιαία κατασκευή, έτοιμη για να εγκατασταθεί σε Φ/Β εγκατάσταση (PV panel).
- **Φωτοβολταϊκή συστοιχία.** Μια ομάδα από Φ/Β πλαίσια ή πάνελ με ηλεκτρική αλληλοσύνδεση, τοποθετημένα συνήθως σε κοινή κατασκευή στήριξης (PV array).
- **Φωτοβολταϊκή γεννήτρια.** Το τμήμα μιας Φ/Β εγκατάστασης που περιέχει Φ/Β στοιχεία και παράγει συνεχές ρεύμα (PV generator).



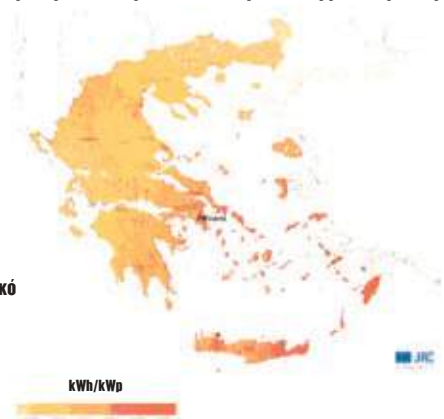
Αριστερά: Μονοκρυσταλλικά Φωτοβολταϊκά Panel
Δεξιά: Πολυκρυσταλλικά Φωτοβολταϊκά Panel

Ηλιακό δυναμικό στην Ελλάδα

Η Ελλάδα παρουσιάζει προϋποθέσεις για την εφαρμογή των Φ/Β συστημάτων. Οι λόγοι για την προώθηση της Φ/Β τεχνολογίας, της έρευνας και των εφαρμογών στην Ελλάδα αφορούν τα δεδομένα τα οποία σχετίζονται με το Ηλιακό Δυναμικό της χώρας. Η Ελλάδα απολαμβάνει υψηλή ηλιακή ακτινοβολία κι αυτό κατανοημένο ομοιόμορφα κατανοημένη σε όλη την διάρκεια του χρόνου. Στο μεγαλύτερο τμήμα της χώρας η ηλιοφάνεια διαρκεί περισσότερο από 2.700 ώρες το χρόνο.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο είναι εξαιρετικά προβλέψιμη στην συνέχεια δεδομένης της συνέχειας της διαθεσιμότητας στατιστικών στοιχείων τα οποία αφορούν τα κλιματολογικά δεδομένα κάθε περιοχής. Στόχος είναι η αξιολόγηση απόδοσης ανά κιλοβατώρας της εγκατάστασης, σε συνάρτηση με την περιοχική εγκατάσταση και τη χωροθέτηση του εγκατεστημένου συστήματος και σε συνδυασμό με την επιλογή της τεχνικής λύσης. Τα υπάρχοντα δεδομένα επιτρέπουν με ασφάλεια την εκτίμηση απόδοσης ενός φωτοβολταϊκού συστήματος, το οποίο είναι εγκατεστημένο στην Ελλάδα, κατά μέσο όρο και ετησίως μεταξύ 1.150-1.400 κιλοβατώρας ανά εγκατεστημένο κιλοβάτ (KWh/έτος/KWp). Στις νότιες και πιο ηλιόλουστες περιοχές της χώρας ένα φωτοβολταϊκό παράγει περισσότερο ηλιακό ηλεκτρισμό απ' ό,τι στις βόρειες.

Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας (κιλοβατώρας ανά κιλοβάτ)
απο φωτοβολταϊκά κρυσταλλικού πυριτίου στη βέλτιστη κλίση



Ηλιακό Δυναμικό της Ελλάδας

Απαιτούμενα Δεδομένα για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας:

- Οι ώρες ηλιοφάνειας για κάθε μήνα του χρόνου
- Η συνολική οριζόντια ηλιακή ακτινοβολία
- Οι θερμοκρασίες του εδάφους και του αέρα ανά ώρα
- Επιπρόσθετα απαιτείται να διαπιστωθούν οι ανάγκες σε θέρμανση και ηλεκτρική ενέργεια στον οικιακό, εμπορικό και βιομηχανικό τομέα της περιοχής.

Τεχνολογίες φωτοβολταϊκών συστημάτων

Με την έκθεση τους στην ηλιακή ακτινοβολία τα φωτοβολταϊκά στοιχεία μετατρέπουν ένα ποσοστό μεταξύ 5-20% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική ανάλογα με την τεχνολογία η οποία χρησιμοποιείται (η εξέλιξη της τεχνολογίας είναι σημαντική και σε πειραματικό επίπεδο τα ποσοστά μετατροπής είναι πολύ μεγαλύτερα).

Θα πρέπει να τονιστεί ότι η ονομαστική απόδοση κάθε τεχνολογίας φωτοβολταϊκού πλαισίου επηρεάζεται δραστικά και είναι ευθέως ανάλογη της ηλιακής ακτινοβολίας (W/m^2) και αντιστρόφως ανάλογη της θερμοκρασίας περιβάλλοντος. Επιπλέον, επί της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας θα πρέπει να συνηγορηθούν και απώλειες της τάξης του 15% που οφείλονται στα ηλεκτρικά στοιχεία της εγκατάστασης (inverters, καλώδια κ.λπ.).

Τα υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται κατά κανόνα είναι τα παρακάτω:

- Μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία
- Πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία
- Φωτοβολταϊκά "λεπτού υμενίου" (thin-film, όπως είναι τα άμορφα, τα CIS), καθώς και
- τα "υβριδικά", τα οποία συνδυάζουν τις τεχνολογίες των άμορφων και των μονοκρυσταλλικών, αξιοποιώντας τα πλεονεκτήματα και των δύο τεχνολογιών.

Η επιλογή του είδους των φωτοβολταϊκών είναι συνάρτηση αναγκών, διαθέσιμου χώρου, επάρκειας του στατικού φορέα, κόστους και χρόνου απόσβεσης της επένδυσης ανάλογα με τον επιλεγμένο τύπο υλικού.



Εγκατάσταση σε στέγη THIN-FILM

2. Παρουσίαση του Θεσμικού Πλαισίου σχετικά με την εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων

Ο Στρατηγικός στόχος για την κάλυψη με Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.) έχει οριστεί σε ένα επίπεδο του 40% της ακαθάριστης κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας έως το 2020. Ιδιαίτερα για την εγκαταστάτη Φωτοβολταϊκών Συστημάτων ο στόχος μέχρι το 2014 είναι η εγκατάσταση 1.500 μεγαβάτ (MWp) και 2.200 MWp έως το 2020.

Ο Νομός (Ν.3851/2010, ΦΕΚ 85 Α, 4-6-2010), και μια ακολουθία από

υπουργικές αποφάσεις έχουν τροποποιήσει τις παλιότερες ρυθμίσεις κυρίως αυτές οι οποίες αφορούν την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και έχουν οδηγήσει σε ένα νέο επενδυτικό τοπίο.

Διατάξεις του νέου νόμου για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών Συστημάτων ανά περίπτωση:

- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων ≥ 1 MWp: Δεν απαιτεί πλέον Άδεια Παραγωγής ή Εξάιρεση (δι-απιστωτικές αποφάσεις)
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων > 1 MWp: απαιτείται άδεια παραγωγής (έκδοση από ΠΑΕ), Άδεια Εγκατάστασης και Άδεια Λειτουργίας (έκδοση από την αρμόδια Περιφέρεια)
- Δεν απαιτείται Περιβαλλοντική Δεικτοδότηση για συστήματα τα οποία εγκαθίστανται σε κτήρια και υποδοχείς Βιομηχανικών Δραστηριοτήτων.

Η εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων κατηγοριοποιείται ως παρακάτω:

- Οικιακά συστήματα
- Μικρές εφαρμογές έως 10 MWp σε στέγες επιχειρήσεων
- Μικρές εφαρμογές 10 MWp σε στέγες κτηρίων του Δημοσίου και μη Κερδοσκοπικών Οργανισμών
- Εμπορικές και Βιομηχανικές Αποθήκες

3. Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών συστημάτων σε Βιομηχανικές Στέγες

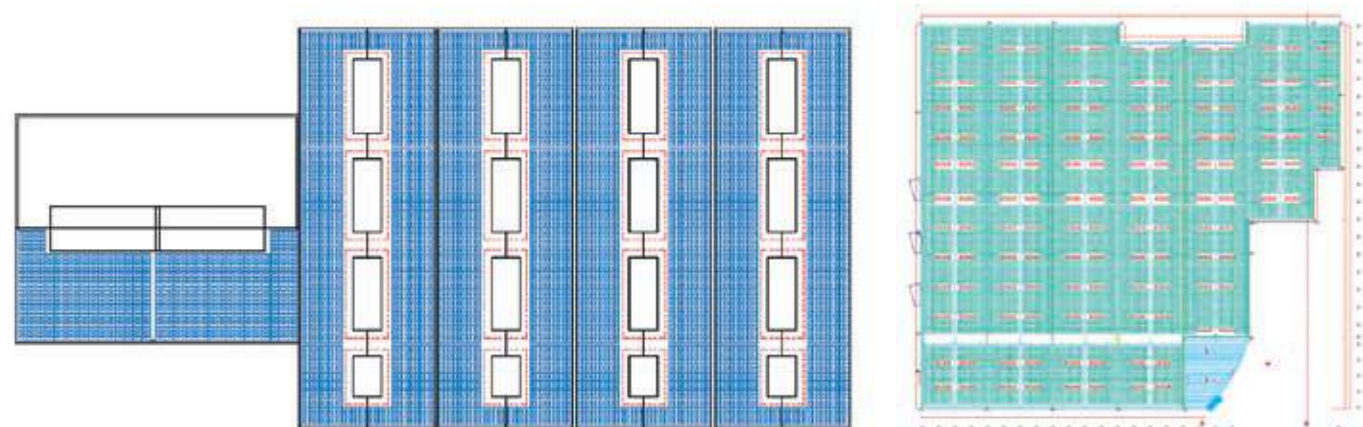
Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία επιτρέπεται η εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών συστημάτων κάθε ισχύος σε δώματα ή στέγες κτηρίων τα οποία έχουν κατασκευαστεί νόμιμα σύμφωνα με τις διατάξεις του νόμου Ν.3851/2010 και της Υπουργικής Απόφασης Υ.Α. 36720/25-8-2010 (ΦΕΚ 376/6-9-2010) (περιλαμβάνονται στέγαστρα βεραντών, προσόψεις, στέγαστρα, βοηθητικοί χώροι, αποθήκες και χώροι στάθμευσης). Πιο αναλυτικά ισχύουν τα παρακάτω ανάλογα με την εγκατεστημένη ισχύ:

- Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών ισχύος από 10KWp μέχρι 100KWp: απαιτείται προσφορά όρων σύνδεσης (ΔΕΗ) και Υπογραφή σύμβασης αγοροπωλησίας (ΔΕΣΜΗΕ).
- Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών ισχύος από 100KWp μέχρι 1.000KWp (1MWp) απαιτούνται: Έγκριση εργασιών Δόμησης μικρής κλίμακας (Πολυενομορία), Προσφορά όρων σύνδεσης (ΔΕΗ) και Υπογραφή σύμβασης αγοροπωλησίας (ΔΕΣΜΗΕ).
- Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών ισχύος > 1 MWp απαιτούνται: Έκδοση άδειας Παραγωγής (ΠΑΕ), Έκδοση άδειας εγκατάστασης (Περιφέρεια), Έγκριση εργασιών δόμησης Μικρής Κλίμακας (Πολυενομορία), Προσφορά όρων σύνδεσης (ΔΕΗ), Υπογραφή σύμβασης αγοροπωλησίας (ΔΕΔΜΗΕ), Έκδοση άδειας λειτουργίας (Περιφέρεια).



Εγκατάσταση Φ/Β σε βιομηχανικές στέγες

Η ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΕΙΔΟΥΣ ΤΩΝ Φ/Β ΕΙΝΑΙ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΑΝΑΓΚΩΝ, ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΥ ΧΩΡΟΥ, ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΤΟΥ ΣΤΑΤΙΚΟΥ ΦΟΡΕΑ, ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΥ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ ΤΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟΝ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΟ ΤΥΠΟ ΥΛΙΚΟΥ.



Αριστερά: χωροθέτηση ΦΒ σε βιομηχανική αποθήκη 7.200m² • Δεξιά: χωροθέτηση ΦΒ σε βιομηχανική αποθήκη 15.700m²

4. Ανάλυση σεναρίων για την εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων σε Στέγες Βιομηχανικών Κτιρίων

Στην παρακάτω ενότητα θα παρουσιαστεί η ανάλυση περιπτώσεων εγκατάστασης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε υπάρχουσες εγκαταστάσεις αποθηκών, στην Θεσσαλονίκη (περιοχή Σίνδου) και Αττική (περιοχή Ασπροπύργου). Σε συνεργασία με την Εταιρία BIG SOLAR για το κάθε παραπάνω κτήριο προσομοιώθηκε η εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών πλαισίων ανά περίπτωση: ΜΟΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΩΝ / ΠΟΛΥΚΡΥΣΤΑΛΛΙΚΩΝ/Μονοκρυσταλλικά πλαίσια BIVP (Building Integrated Photovoltaic)/THIN-FILM. Σε κάθε μελέτη και ανάλυση κόστους περιλαμβάνεται ο απαραίτητος εξοπλισμός: INVERTERS, ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις για τον εξοπλισμό (Ηλεκτρικοί Πίνακες, μετασχηματιστές...), συστήματα στήριξης, υλικά σύνδεσης και ηλεκτρολογικός εξοπλισμός, κόστος εγκατάστασης των Panels και του εξοπλισμού.

Σημαντικά στοιχεία, τα οποία εντάχθηκαν στην σχετική προσομοίωση για την ανάλυση της απόδοσης των εγκατεστημένων συστημάτων αποτελούν η κατεύθυνση και η κλίση της κάθε στέγης και τα κλιματολογικά δεδομένα της κάθε περιοχής. Πρέπει να σημειωθεί ότι από

τον 02/2010 δεν υπάρχουν πλέον επιδοτήσεις από τον αναπτυξιακό νόμο για την εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων. Οι επενδύσεις κρίνονται βιώσιμες από την τιμή πώλησης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στη ΔΕΗ.

Σαν αποτέλεσμα των παραπάνω μπορούμε να τονίσουμε ότι: Αποτελεί θετική εξέλιξη το νέο θεσμικό πλαίσιο το οποίο καθορίζει τις διαδικασίες για την εγκατάσταση και αδειοδότηση Φ/Β συστημάτων ιδιαίτερα στην περίπτωση Βιομηχανικών Κτιρίων.



Ο Χρήστος Μανιάτης (PHD, MBA) είναι Partner της Μανιάτης Χήτας και Συνεργάτης ΑΤΕ

Πινάκας αξιολόγησης εγκατάστασης Φ/Β συστημάτων σε στέγη Βιομηχανικών Αποθηκών περιοχή Σίνδου Θεσσαλονίκης

Εγκατάσταση	ΣΙΝΔΟΣ ΘΕΣ/ΚΗ	
Τύπος Εγκαταστάσεων	Βιομηχανικές Αποθήκες	
Επιφάνεια Στέγης	7.200 m ²	
Επιπλέον Φορτίο	20-22Kg/m ²	20-22Kg/m ²
Τύπος Φωτοβολταϊκών Συστημάτων	Μονοκρυσταλλικά	Πολυκρυσταλλικά
Ισχύς Panel	190W	230W
Εγκατεστημένα Τεμάκια	3.947	3.339
Συνολική Εγκατεστημένη Ισχύς	750 KWp	760 KWp
Κόστος Επένδυσης	1.900.000€	2.190.000€

Πινάκας αξιολόγησης εγκατάστασης Φ/Β συστημάτων σε στέγη Βιομηχανικών Αποθηκών περιοχή Ασπροπύργου Αττικής

Εγκατάσταση	Ασπρόπυργος Αττική			
Τύπος Εγκαταστάσεων	Βιομηχανικές Αποθήκες			
Επιφάνεια Στέγης	15.700m ²			
Επιπλέον Φορτίο	20-22Kg/m ²	20-22Kg/m ²	12Kg/m ²	3 Kg/m ²
Τύπος Φωτοβολταϊκών Συστημάτων	Μονοκρυσταλλικά	Πολυκρυσταλλικά	Μονοκρυσταλλικά πλαίσια BIVP (Building Integrated Photovoltaic)	THIN FILM
Ισχύς Panel	190W	230W	400W	204W
Εγκατεστημένα Τεμάκια	9.744	7.068	3.584	2.934
Συνολική Εγκατεστημένη Ισχύς	1.850KWp	1.541KWp	1.433KWp	294KWp
Κόστος Επένδυσης	4.600.000€	4.300.00€	4.902.912€	880.000€

Για τις υπάρχουσες εγκαταστάσεις Βιομηχανικών Κτιρίων για τις οποίες η χωροθέτηση και κατεύθυνση της στέγης τους είναι δεδομένη, αποκτά καθοριστική σημασία η στρατηγική με την οποία θα γίνει η επιλογή του εξοπλισμού ο οποίος θα εγκατασταθεί. Η ενσωμάτωση δεδομένων του κτιρίου (επιφάνεια, κατεύθυνσης και κλίση στέγης), σε συνδυασμό με την επάρκεια στατικού Φορέα, για την επιλογή του Τύπου των Φ/Β τα οποία θα τοποθετηθούν οδηγούν στον αριθμό του κόστους επένδυσης. Στόχος είναι η κατάθεση της βέλτιστης και τεκμηριωμένης πρότασης στον επενδυτή: Κτίριο, Τεχνικά και Γεωγραφικά Χαρακτηριστικά Κτιρίου, Προτεινόμενος Εξοπλισμός Φ/Β στοιχείων, Προϋπολογισμός Κόστους Εγκατάστασης, Λειτουργίας και Συντήρησης, Ανάλυση/Τεκμηρίωση Απόδοσης επένδυσης. ■

ΑΠΟ ΤΟΝ 02/2010 ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΠΛΕΟΝ ΕΠΙΔΟΤΗΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΟ ΝΟΜΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ. ΟΙ ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ ΚΡΙΝΟΝΤΑΙ ΒΙΩΣΙΜΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΤΙΜΗ ΠΩΛΗΣΗΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗ ΔΕΗ.