



*A holistic framework
for **Empowering SME's**
capacity to increase
their energy **efficiency***

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗΣ

***Ενεργειακή αποδοτικότητα και βιωσιμότητα σε μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις
(ΜμΕ) για ενεργειακούς διαχειριστές και ειδικούς στην ενέργεια***



POWER SYSTEMS LABORATORY
ARISTOTLE UNIVERSITY OF
THESSALONIKI



Φωτοβολταϊκά Συστήματα

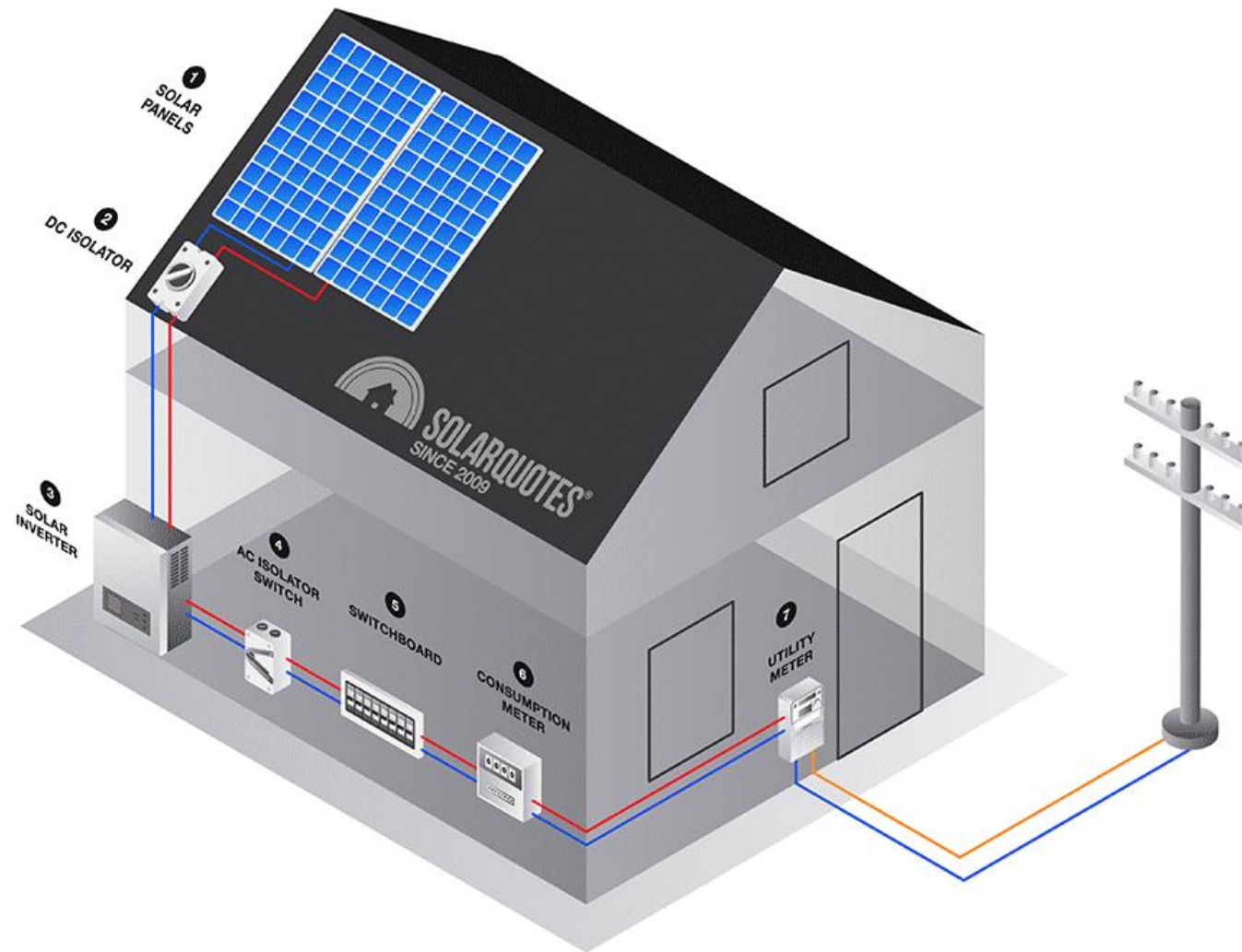
Χάρης Δημουλιάς, Δρ. Ηλεκτρολόγος Μηχανικός
Καθηγητής, ΤΗΜΜΥ ΑΠΘ

ΗΗ/ΜΜ/ΕΕ

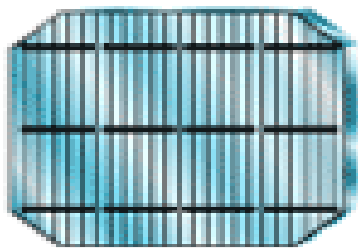
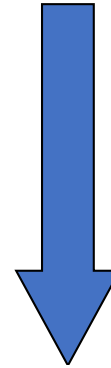


Το έργο αυτό χρηματοδοτείται από το πρόγραμμα έρευνας και καινοτομίας Horizon 2020 της Ευρωπαϊκής Ένωσης στο πλαίσιο της συμφωνίας χρηματοδότησης υπ' αριθ. 847132

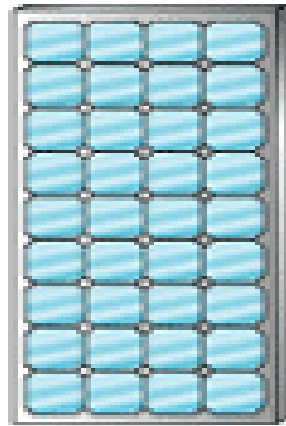
Βασικά στοιχεία ενός ΦΒ συστήματος



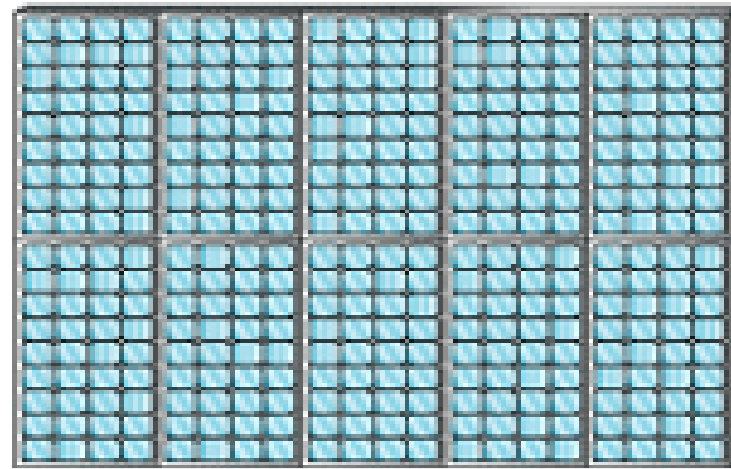
Κυψέλη, Πλαίσιο, Διάταξη



Cell



Module



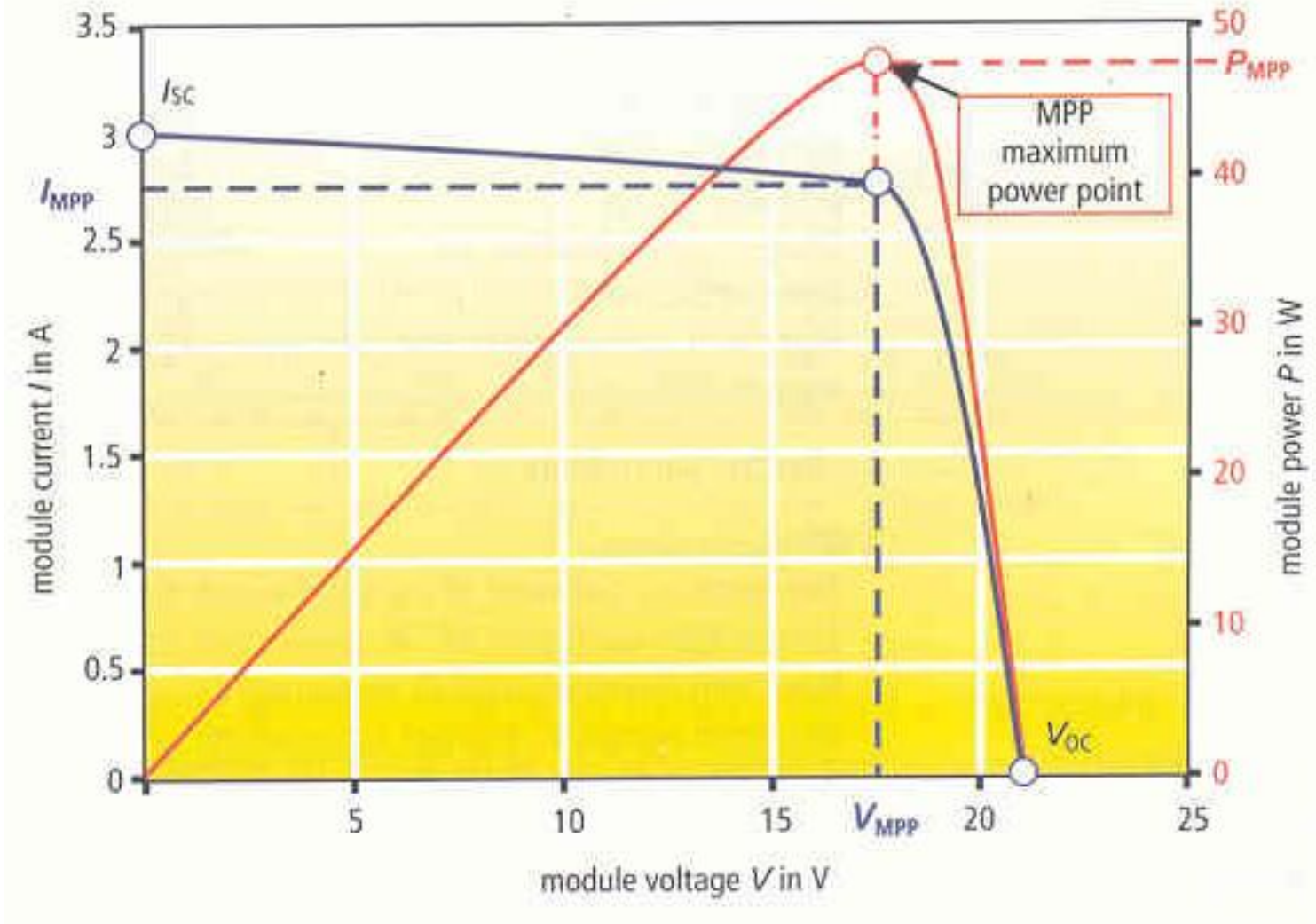
Array

- **Μονοκρυσταλλικό πυρίτιο:** Υψηλό κόστος κατασκευής, βαθμός απόδοσης της κυψέλης 18-22%, βαθμός απόδοσης του πλαισίου 17-20%.
- **Πολυκρυσταλλικό πυρίτιο:** Χαμηλότερο κόστος κατασκευής, αλλά και μικρότερος βαθμός απόδοσης σε σχέση με το μονοκρυσταλλικό.
- **Άμορφο πυρίτιο:** Πολύ χαμηλό κόστος κατασκευής αλλά ο βαθμός απόδοσης είναι περίπου ο μισός (8-10% ανά κυψέλη) του κρυσταλλικού.
- **Λεπτά υμένια:** Νεός τύπος Φ/Β από υλικά όπως Ινδιο, Καδμιο, Τελλούριο, Αρσενικούχο Γάλλιο.

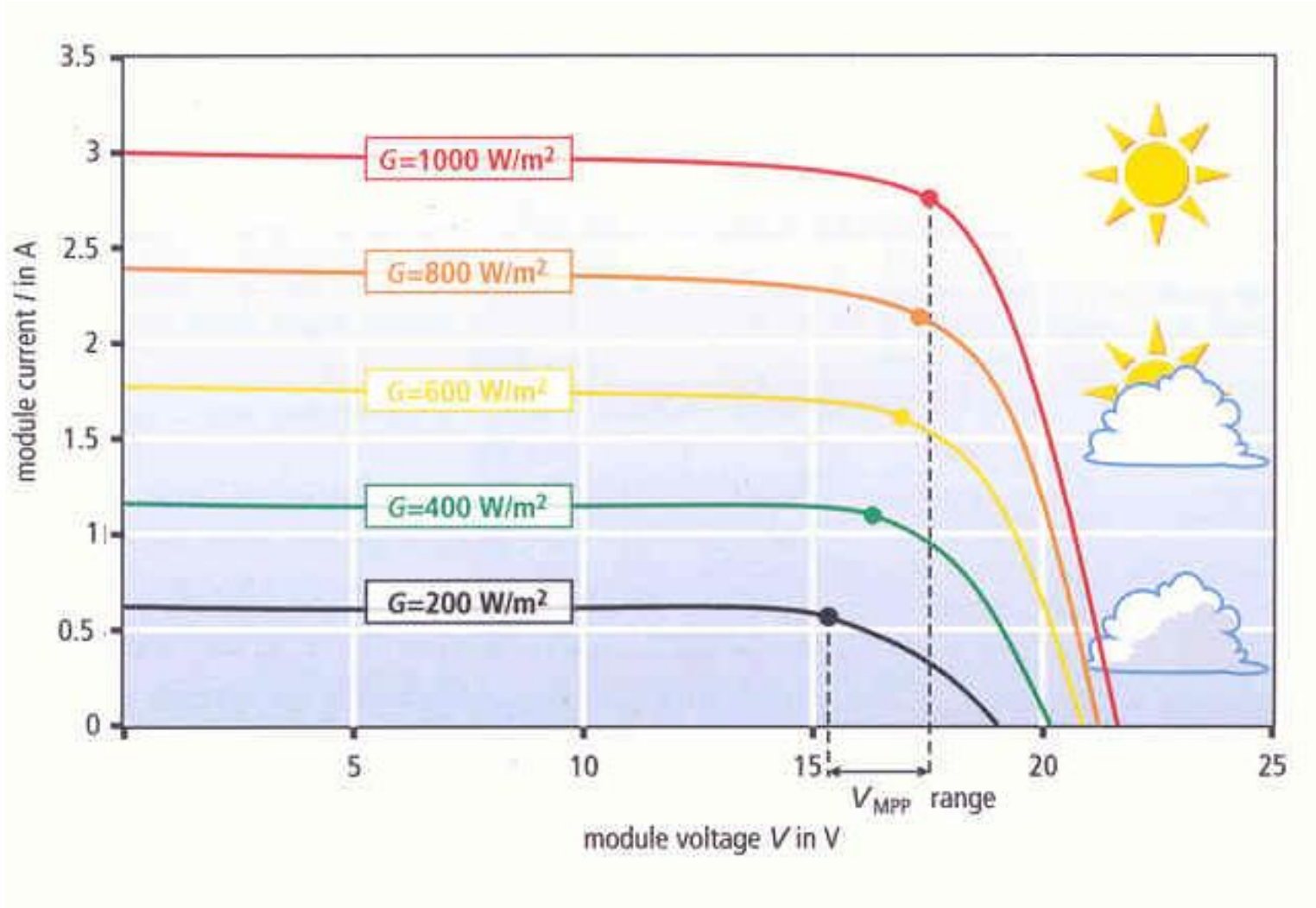
Ονομαστικές συνθήκες

- Η ισχύς των Φ/Β panels, δίνεται σαν μέγιστη ισχύς από τους κατασκευαστές σε κάποιες συνθήκες οι οποίες ονομάζονται «τυποποιημένες συνθήκες ελέγχου» (**standard testing conditions, STC**)
- Αυτές είναι:
 - Θερμοκρασία κυψέλης: **25°C**
 - Ηλιακή ακτινοβολία στο επίπεδο του πλαισίου: **1000 W/m²**
 - **AM 1.5** (Αντιστοιχεί σε φάσμα ηλιακής ακτινοβολίας όταν ο ήλιος είναι 45°C επάνω από τον ορίζοντα. Όταν ο ήλιος είναι στο μέγιστο σημείο του έχουμε AM1.

Χαρακτηριστική V-I ενός ΦΒ πλαισίου



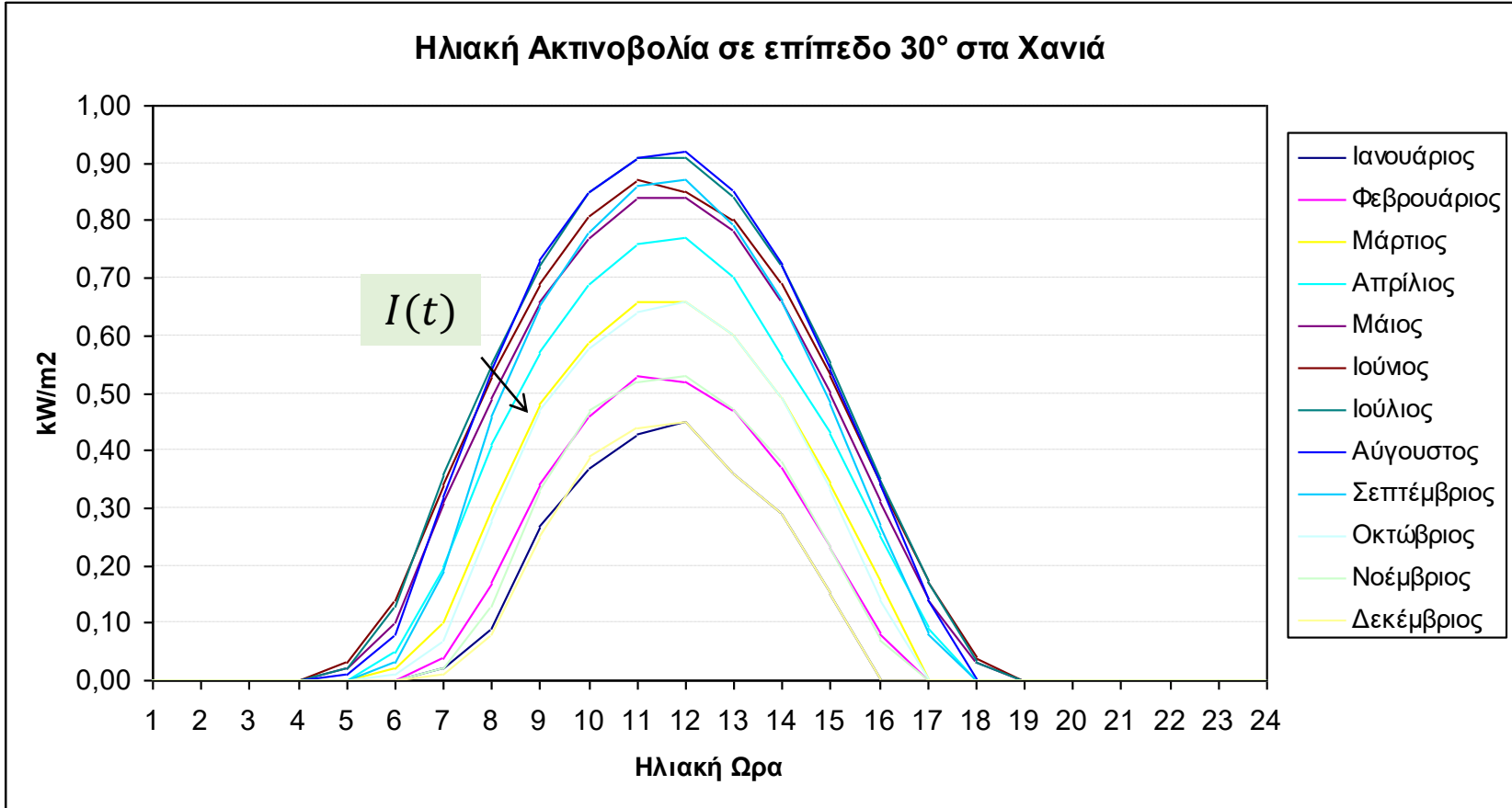
Επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας



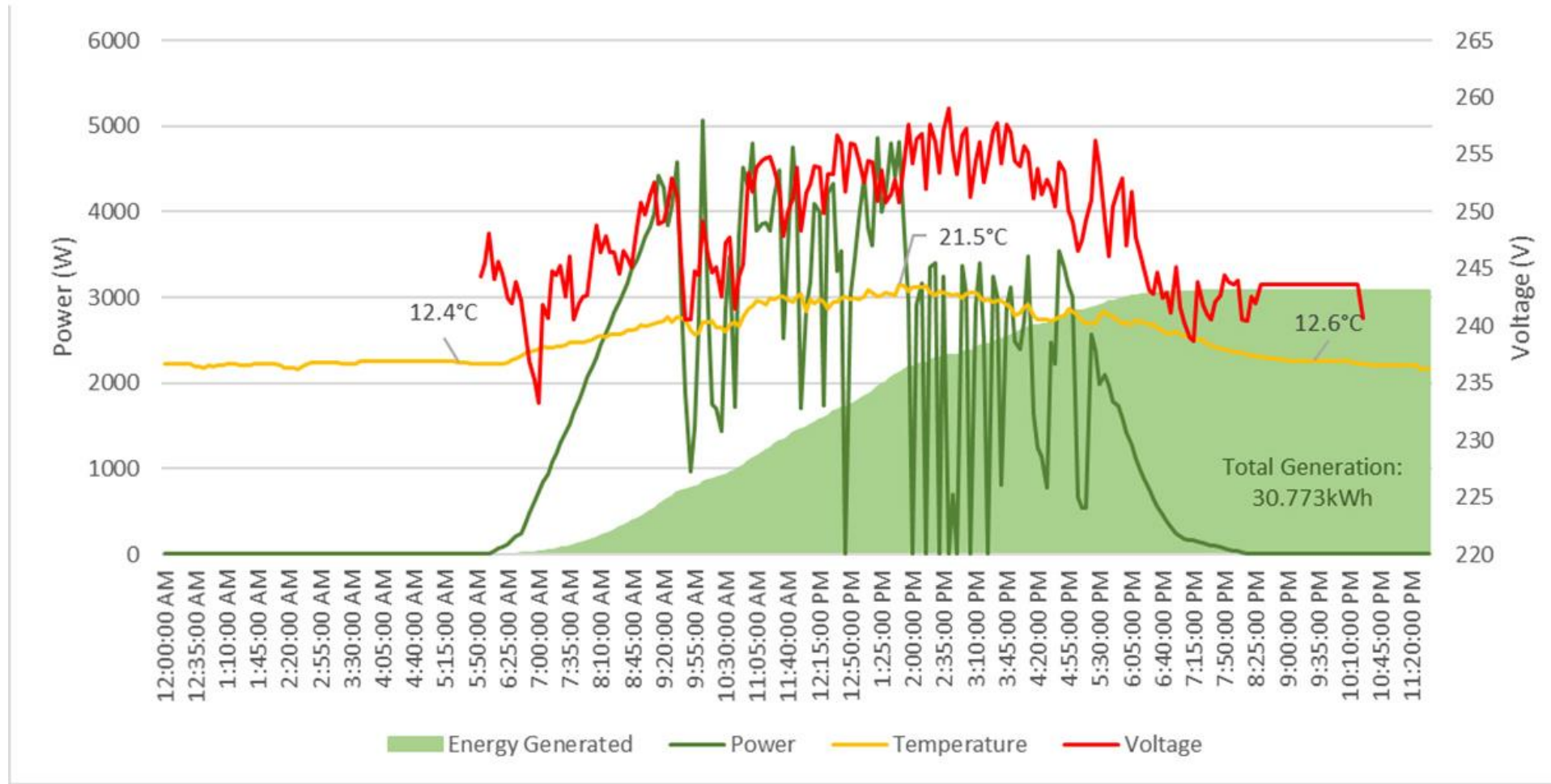
Παραγόμενη ενέργεια

$$P(t) = \frac{I(t)}{I_{STC}} (1 - DP \cdot \Delta\theta(t))$$

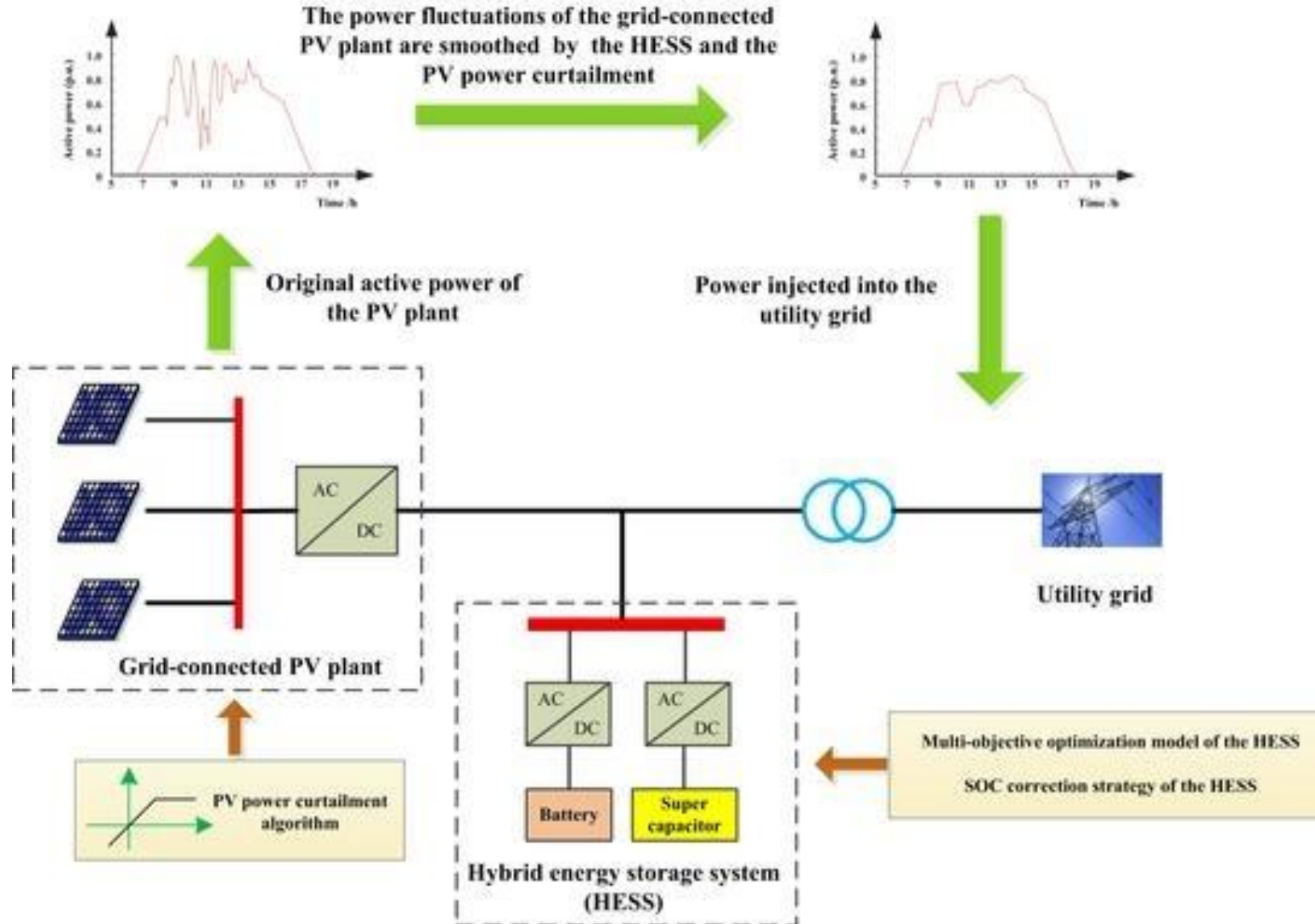
$$E = \int_{t1}^{t2} P(t) dt$$



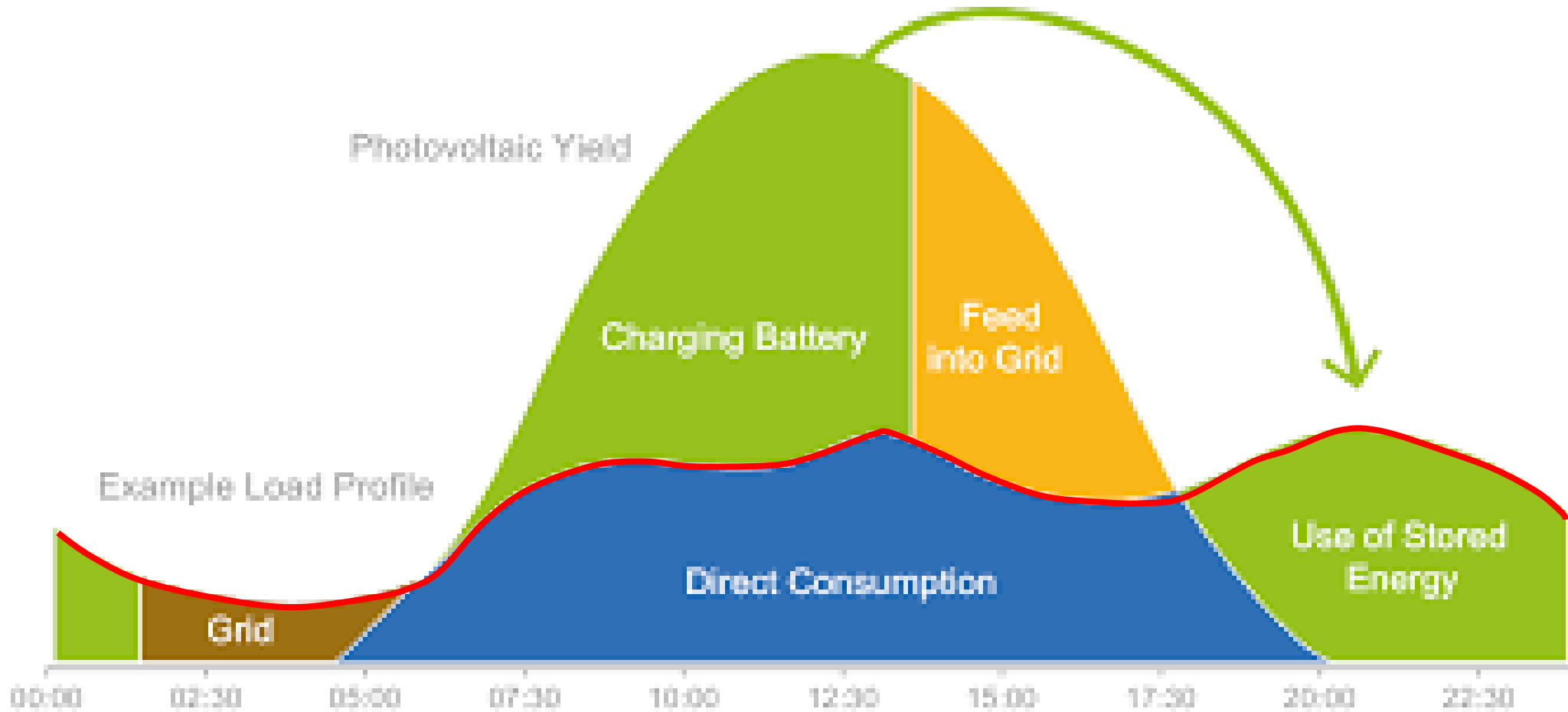
Παραγόμενη Ενέργεια



Υβριδικό σύστημα ΦΒ+Μπαταρία



Υβριδικό σύστημα ΦΒ+Μπαταρία Αύξηση της ιδιοκατανάλωσης

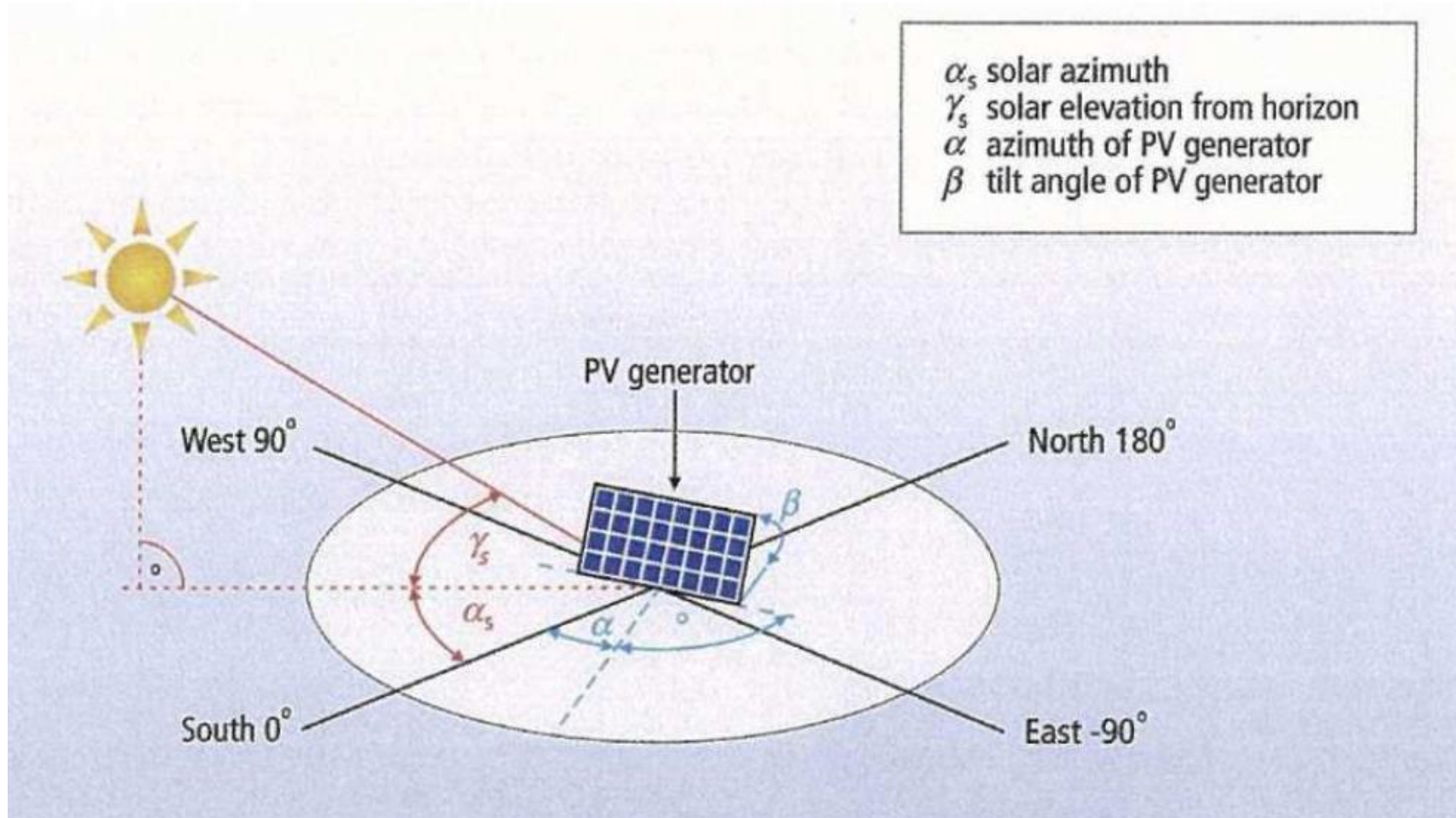


Εκτίμηση της ηλεκτρικής ενέργειας

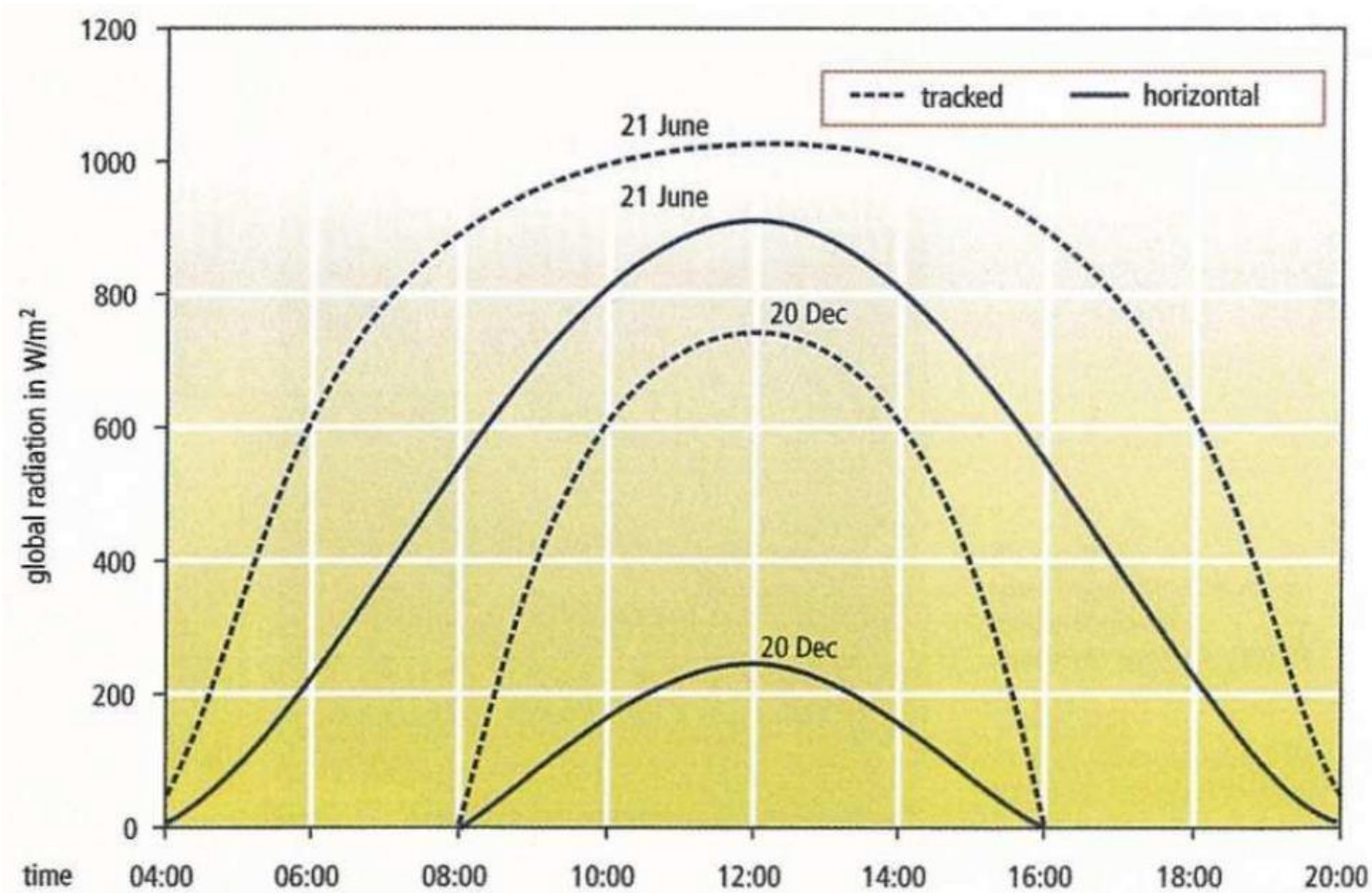
Απώλειες

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

Depiction of angles in solar techniques



Εκτίμηση της ηλεκτρικής ενέργειας-Παρακολούθηση της τροχιάς του ήλιου

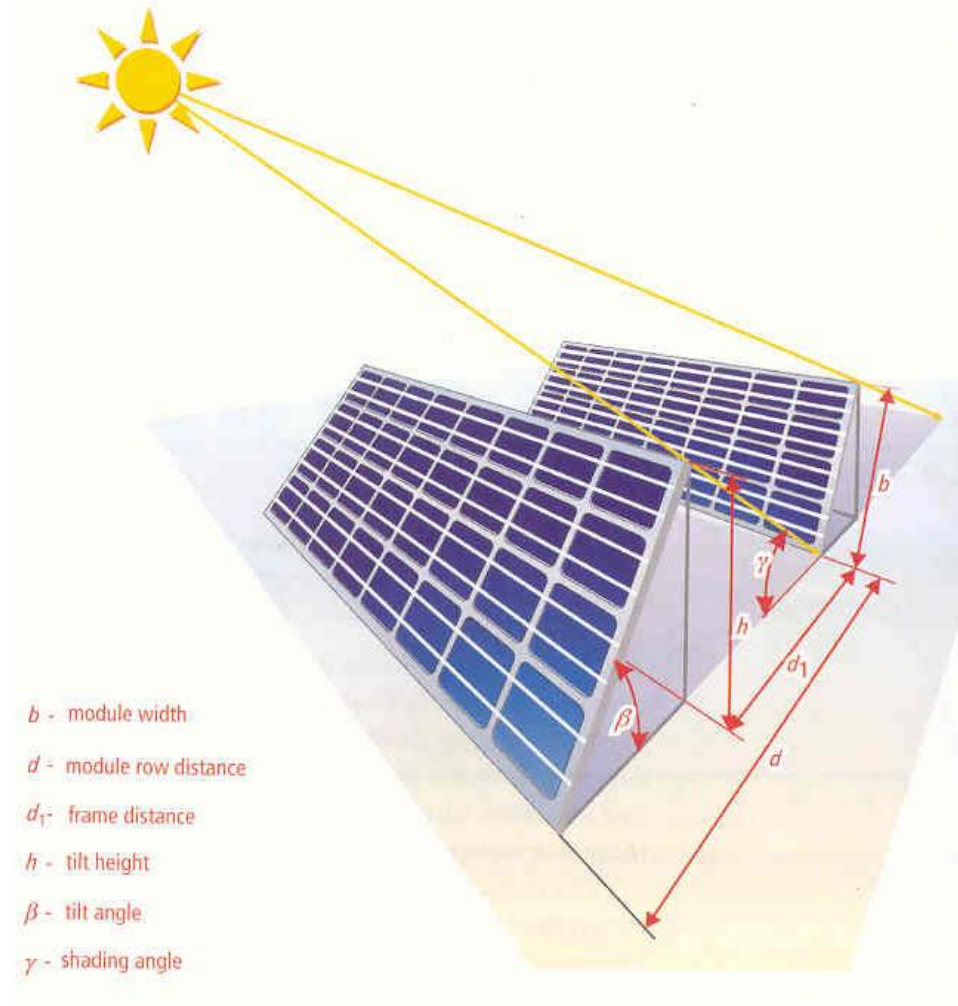
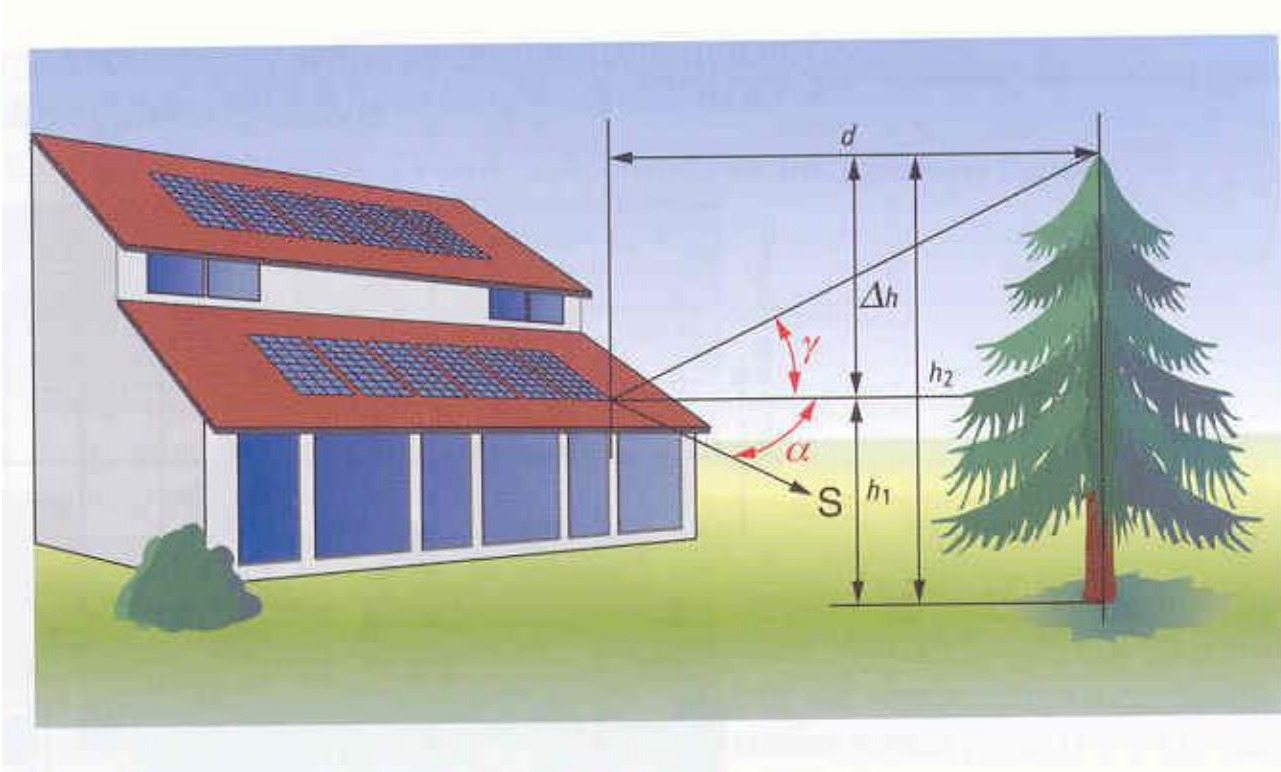


Εκτίμηση της ηλεκτρικής ενέργειας

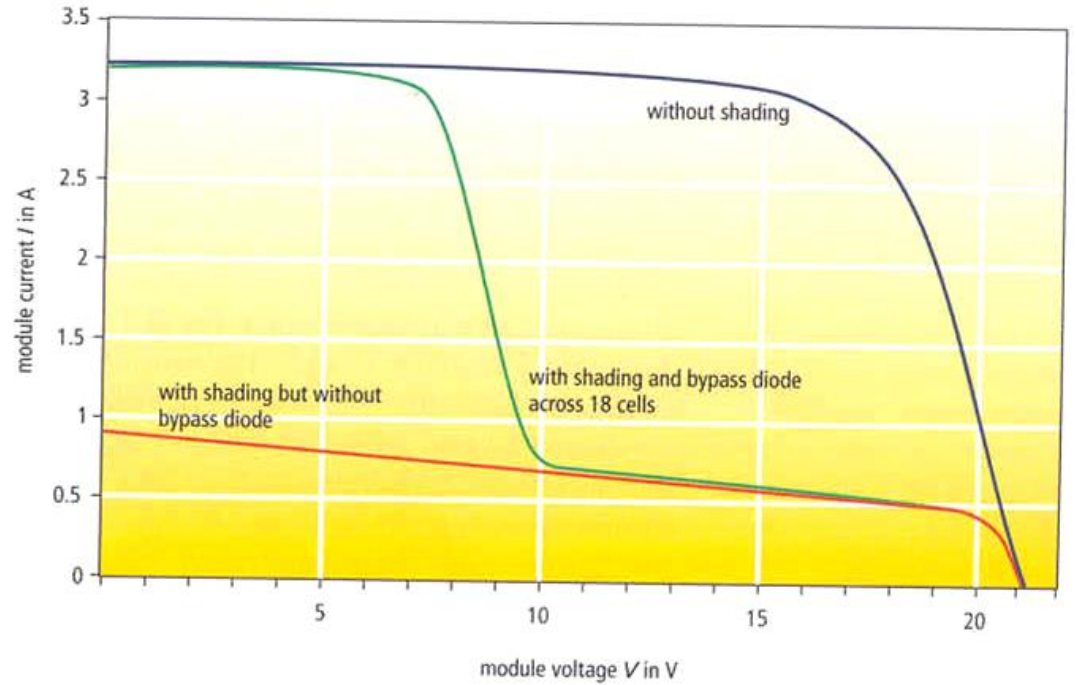
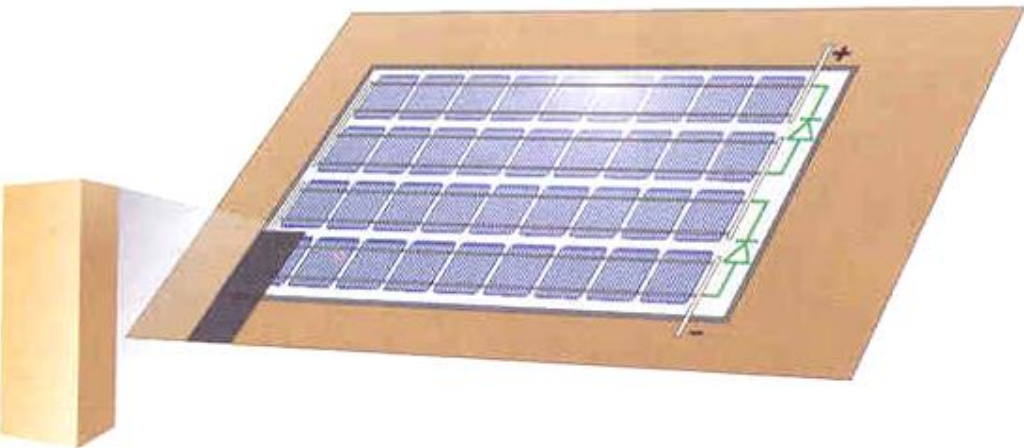
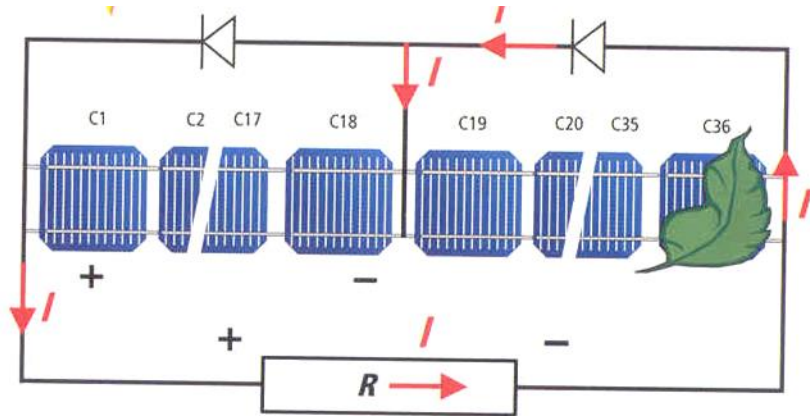
Για σταθερά πλαίσια η αναμενόμενη παραγωγή ενέργειας είναι για την Ελλάδα:

- 1.250-1.450 kWh/kWp (κρυσταλλικό πυρίτιο).
- Σύστημα παρακολούθησης ήλιου σε έναν άξονα: + 20-25%
- Σύστημα παρακολούθησης ήλιου σε δύο άξονες: + 30-50%

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>



Επίδραση της σκίασης





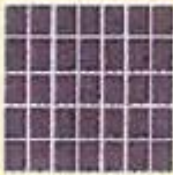


- DC τάση εισόδου
- Τάση MPP
- DC ρεύμα εισόδου
- AC τάση και συχνότητα
- Ονομαστική και μέγιστη ισχύς
- Βαθμός απόδοσης
- Συστήματα προστασίας
- Προστασία έναντι της νησιδοποίησης

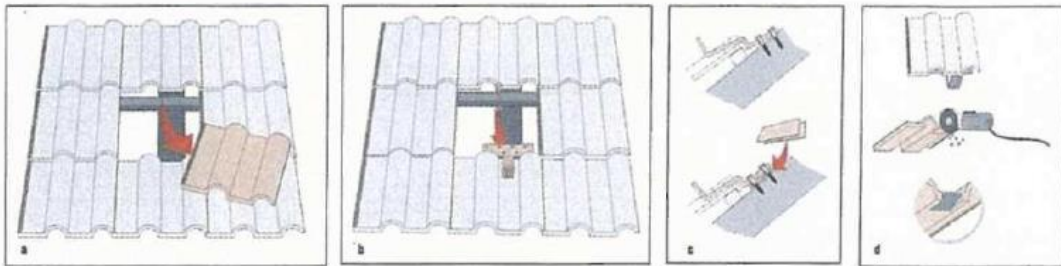
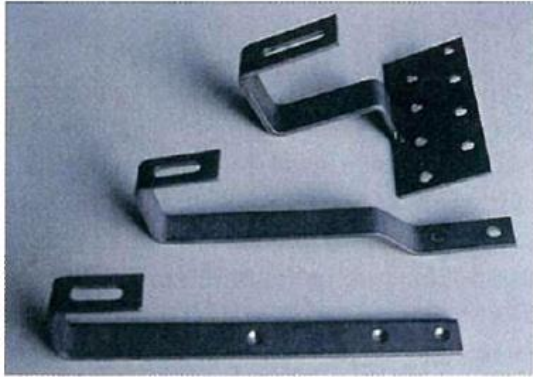
Στοιχεία που ζητάει ο ΔΕΔΗΕ για τους αντιστροφείς

1. Κατασκευαστής, προέλευση
2. Τύπος - Μοντέλο
3. Ονομαστική ισχύς εξόδου
4. Μέγιστη ισχύς εξόδου
5. Μέγιστος βαθμός απόδοσης
6. Συντελεστής ισχύος
7. Διακύμανση τάσης εξόδου (προεπιλεγμένη και δυνατό εύρος ρύθμισης)
8. Διακύμανση συχνότητας εξόδου (προεπιλεγμένη και δυνατό εύρος ρύθμισης)
9. Ολική αρμονική παραμόρφωση ρεύματος (THD)
10. Έγχυση DC
11. Μετασχηματιστής απομόνωσης
12. Προστασία έναντι του φαινομένου της νησιδοποίησης (islanding) κατά VDE 0126 ή ισοδύναμης μεθόδου
13. Πλήρης περιγραφή τρόπου προστασίας
14. Πιστοποιήσεις

Απαιτούμενη επιφάνεια για PV panels

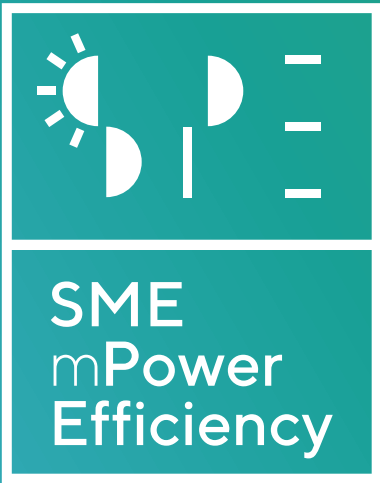
Cell material	Required PV area for 1kW _p	
Mono-crystalline High performance cells	7m ² –9m ² 6m ² –7m ²	
Polycrystalline	7.5m ² –10m ²	
Copper indium diselenide (CIS)	9m ² –11m ²	
Cadmium telluride (CdTe)	12m ² –17m ²	
Amorphous silicon	14m ² –20m ²	

Μέθοδοι στήριξης



Μέθοδοι στήριξης





Ευχαριστούμε!



POWER SYSTEMS LABORATORY
ARISTOTLE UNIVERSITY OF
THESSALONIKI

Χαρης Δημουλιάς

ΑΚΟΛΟΥΘΗΣΤΕ ΜΑΣ

- SMEmpower H2020
- @SmeH2020
- SMEmpower Energy Efficiency



www.smempower.com



Το έργο αυτό χρηματοδοτείται από το πρόγραμμα έρευνας και καινοτομίας Horizon 2020 της Ευρωπαϊκής Ένωσης στο πλαίσιο της συμφωνίας χρηματοδότησης υπ' αριθ. 847132