

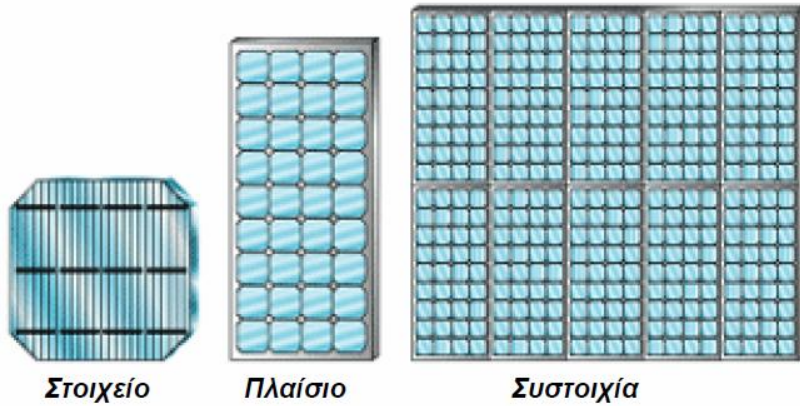


Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στη Γεωργία

Ηλιακή Ενέργεια

Αγγελική Μαραγκάκη
Μηχανικός Ορυκτών Πόρων, PhD

Φωτοβολταϊκό Πλαίσιο



Ονομαστικός βαθμός απόδοσης:

$$\eta_{STC} = \frac{P_{mp,STC} / A_{panel}}{G_{STC}}$$

- P_{mp} ή P_{max} μέγιστη ισχύς
- G_{STC} : 1000 W/m² (ισχύς ανά m² προσπιπτόμενης ηλιακής ακτινοβολίας) και
Θερμοκρασία κυψελίδας : 25 βαθμοί Κελσίου
- A : Επιφάνεια στοιχείου ή πλαισίου

Φωτοβολταϊκά Υπολογισμός απόδοσης

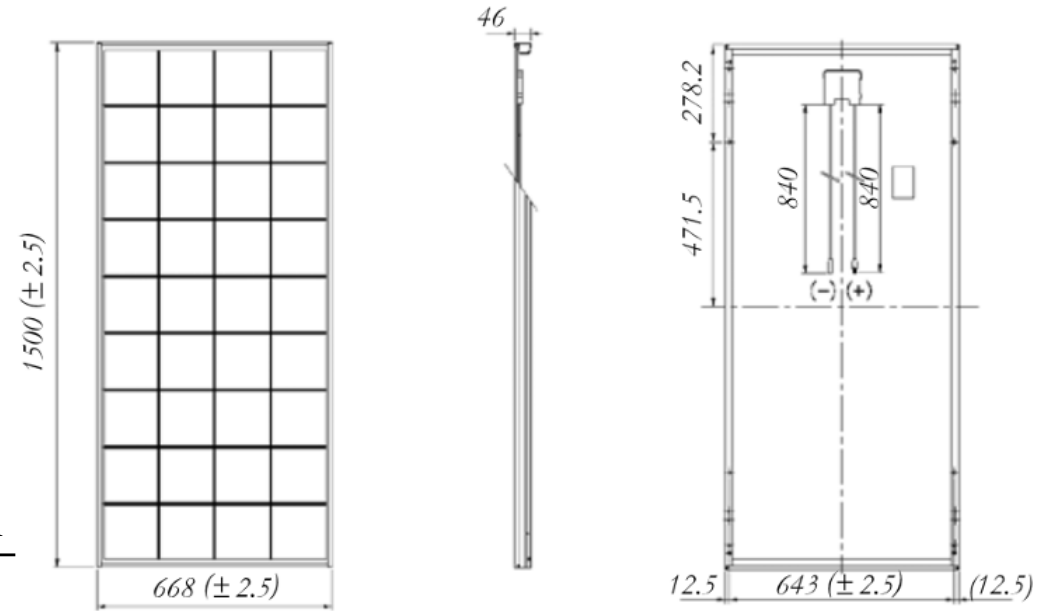
- P_{mp} ή P_{max} μέγιστη ισχύς
 - G_{STC} : 1000 W/m^2 (ισχύς ανά m^2 προσπιπτόμενης ηλιακής ακτινοβολίας) και Θερμοκρασία κυψελίδας : 25 βαθμοί Κελσίου
- A : Επιφάνεια στοιχείου ή πλαισίου

SPECIFICATIONS

in mm

ΦΒ πλαίσιο
ισχύος 135W

$$\eta_{STC} = \frac{P_{mp,STC} / A_{panel}}{G_{STC}}$$



Απόδοση ΦΒ στοιχείου – πλαισίου
135 W

$$n = \frac{1000 \text{ W}}{\text{m}^2} \cdot 1.5 \cdot 0.668 \text{ m}^2$$

$$n = 0.1347 = 13.5 \% \text{ (ΦΒ Πλαίσιο)}$$

Φωτοβολταϊκά Παραγόμενη ενέργεια και λόγος επίδοσης

$$E_{\Phi B} = P_p \cdot PR \cdot \frac{H_t}{G_{STC}}$$

- P_p : Ονομαστική ισχύς (Watt, kW, MW)
- $E_{\Phi B}$: Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια
- PR: Λόγος επίδοσης 0,75 -0,85 (ενδεικτικές τιμές)
- H_t : προσπίπτουσα ηλιακή ενέργεια στο ΦΒ σύστημα
- G_{STC} : 1000 W/m² και

1 kW = 1000 W

1 MW = 1000 kW = 1.000.000 W

1 GW = 1000 MW = 1.000.000.000 W

Φωτοβολταϊκά Ηράκλειο

$$E_{\Phi B} = P_p \cdot PR \cdot \frac{H_t}{G_{STC}}$$

1 kW

0,80

2050 kWh/m²

Ηλεκτρική παραγωγή από σύστημα ισχύος 1kW:
EΦB=1640 kWh

1000
W/m²

- P_p : Ονομαστική ισχύς (Watt, kW, MW)
- $E_{\Phi B}$: Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια
- PR: Λόγος επίδοσης 0,75 -0,85 (ενδεικτικές τιμές)
- H_t : προσπίπτουσα ηλιακή ενέργεια στο ΦB σύστημα
- G_{STC} : 1000 W/m² και

Το Ηράκλειο δέχεται, στο οριζόντιο επίπεδο, περί τις 1870 kWh/m² ηλιακής ενέργειας ανά έτος & περί τις 2050 kWh/m² σε κεκλιμένο επίπεδο με βέλτιστη κλίση και νότιο προσανατολισμό

**Φωτοβολταϊκά
Ηλιακή ενέργεια Ht
(kWh/m²)**

Πόλη	Οριζόντιο επίπεδο	Κεκλιμένο επίπεδο
Ηράκλειο	1870	2060
Αθήνα	1810	2030
Λάρισα	1670	1910
Θεσσαλονίκη	1630	1870
Ορεστιάδα	1570	1790
Μιλάνο	1460	1730
Βιέννη	1260	1480
Φρανκφούρτη	1180	1360

Φωτοβολταϊκά Άσκηση

$$E_{\Phi B} = P_p \cdot PR \cdot \frac{H_t}{G_{STC}}$$


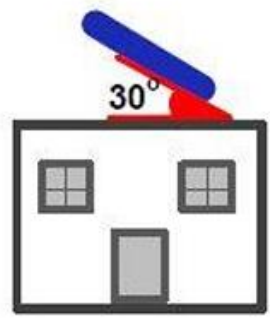

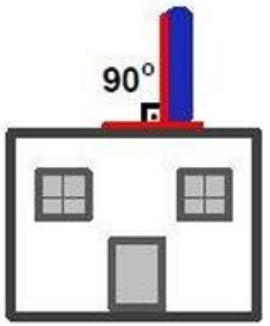
- P_p : Ονομαστική ισχύς (Watt, kW, MW)
- $E_{\Phi B}$: Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια
- PR: Λόγος επίδοσης 0,75 -0,85 (ενδεικτικές τιμές)
- H_t : προσπίπτουσα ηλιακή ενέργεια στο ΦΒ σύστημα
- GSTC : 1000 W/m² και

Πόλη	Οριζόντιο επίπεδο	Κεκλιμένο επίπεδο
Ηράκλειο	1870	2060
Αθήνα	1810	2030

Ηλιακή ενέργεια H_t kWh/m²

- Υπολογίστε την παραγόμενη ενέργεια για ένα φωτοβολταϊκό στην Αττική
- PR: Λόγος επίδοσης 0,75
- Ονομαστική ισχύς 0.75 kW

Φωτοβολταϊκά Προσανατολισμός ΦΒ συστημάτων

 Προσανατολισμός	Κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο		
	 30°	 0°	 90°
Ανατολικός - Δυτικός	85%kWh _(max)	90%kWh _(max)	50%kWh _(max)
Νότιοανατολικός - Δυτικός	95%kWh _(max)	90%kWh _(max)	60%kWh _(max)
Νότιος	kWh_(max)	90%kWh _(max)	60%kWh _(max)
Βόρειοανατολικός - Δυτικός	95%kWh _(max)	90%kWh _(max)	30%kWh _(max)
Βόρειος	60%kWh _(max)	90%kWh _(max)	20%kWh _(max)

Φωτοβολταϊκά Άσκηση

$$\eta_{\text{STC}} = \frac{P_{\text{mp,STC}} / A_{\text{panel}}}{G_{\text{STC}}}$$

Ποια είναι η απαιτούμενη επιφάνεια Φ/B εγκατάστασης για να δώσει ισχύ 1,000MW

Δίνονται :

Ένταση ηλιακής ακτινοβολίας $H_T=800\text{W/m}^2$

Απόδοση Φ/B : 10%

$$\dot{W}_{\Phi/B} = H \cdot \eta_{\Phi/B} \cdot A_{\Phi/B}$$

$$\Rightarrow 10^9 = 800 \cdot 0.1 \cdot A_{\Phi/B}$$

$$\Rightarrow A_{\Phi/B} = 12.5\text{km}^2$$

Φωτοβολταϊκά Άσκηση

Να υπολογιστεί η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από φωτοβολταϊκά (με κλίση 30°) ηλεκτρικής εγκατάστασης από επιφάνεια ενός στρέμματος ($=1,000\text{m}^2$) Θεσσαλονίκη, Νότια Πελοπόννησο, Νότια Κρήτη.

Δίνονται: Επιλογή κλίσης $\Phi/B= 30^\circ$

Ενεργός επιφάνεια -20%

Απόδοση Φ/B : 10%

H_{30°	
Θεσσαλονίκη	1,550kWh/m ² έτος
Νότια Πελοπόννησο	1,750kWh/m ² έτος (+15% σε σχέση με Θεσσαλονίκη)
Νότια Κρήτη	1,850kWh/m ² έτος (+20% σε σχέση με Θεσσαλονίκη)

Θεσσαλονίκη

$$W_{el} = H_{30} \cdot A_{act} \cdot \eta_{total} = 1,550 \cdot 800 \cdot 0,1 = 124,000 \text{ kWh/έτος}$$

Με όμοιο τρόπο υπολογίζουμε:

Νότια Πελοπόννησο 140,000kWh/έτος

Νότια Κρήτη 148,000kWh/έτος

Φωτοβολταϊκά Άσκηση

Πόση πρέπει να είναι η εγκατεστημένη επιφάνεια φωτοβολταϊκών panels ενός σταθμού για να καλυφθούν οι ηλεκτρικές ανάγκες μιας χώρας ετησίως?

Δίνονται

Μέση ένταση ηλιακής ακτινοβολίας τιμή

$$H_T = 800 \text{ W/m}^2 \text{ (N=6h)}$$

Ενεργειακές ανάγκες χώρας: $W = 47,939 \text{ GWh/έτος}$

Απόδοση Φ/B 10%

Ώρες ηλιοφάνειας 6h ανά ημέρα

$$W_{\text{σταθμού}} = 800 \text{ W/m}^2 \cdot 365 \text{ ημέρες / έτος} \cdot \eta_{\Phi/B} \cdot A \cdot 6 \text{ h/ημέρα} = 47.939 \text{ GWh/έτος}$$

$$: 47.939 \text{ GWh/έτος} = 47,939 \cdot 10^9 \text{ Wh/έτος}$$

$$A = 274 \text{ km}^2$$

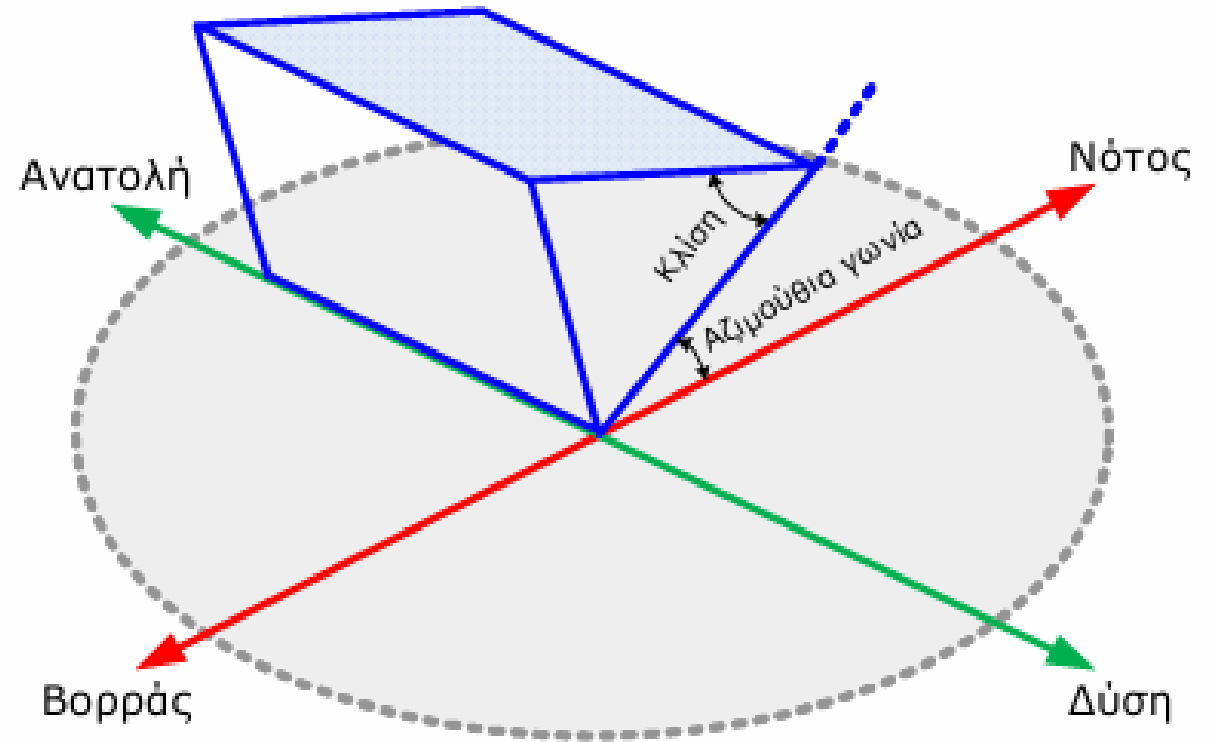
Μέγιστη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας =κάθετο στην κατεύθυνση της ακτινοβολίας



επιλέγεται σταθερός προσανατολισμός των πλαισίων, ώστε να επιτυγχάνεται μέση ετήσια γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας όσο το δυνατό πιο κοντά στις 90°

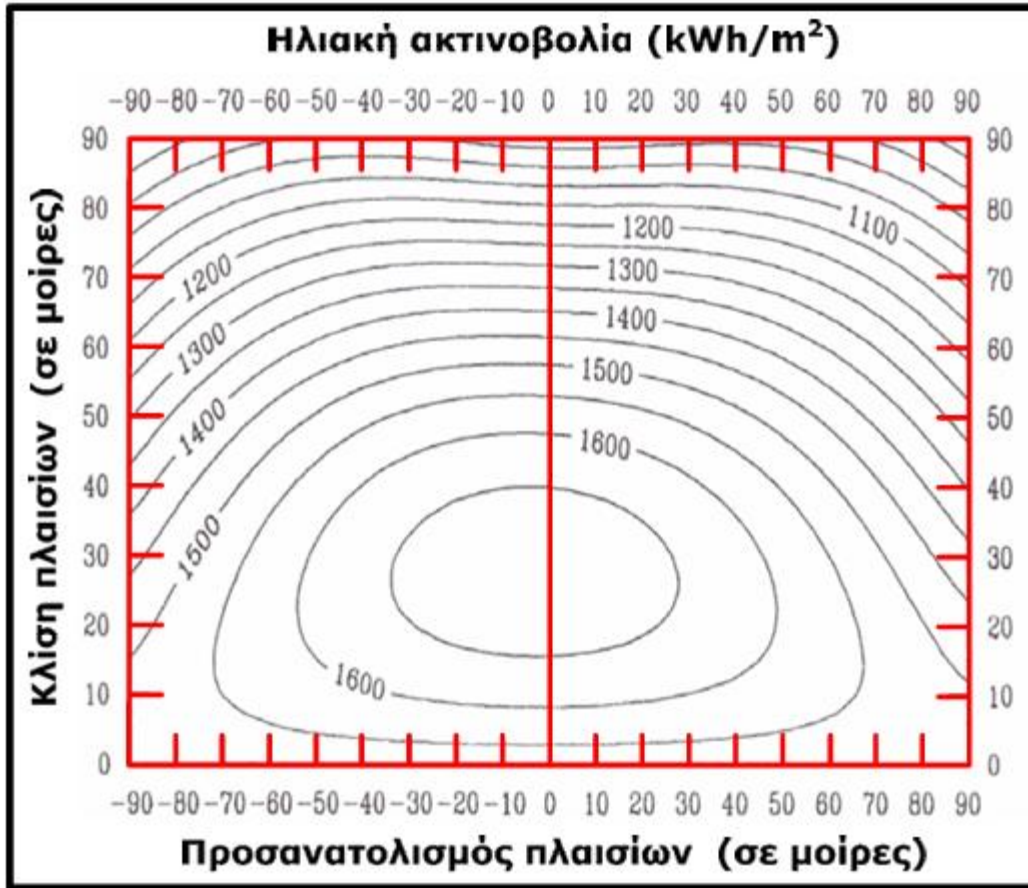


σωστή επιλογή κλίσης & αζιμούθιας γωνίας πλαισίου



ΚΛΙΣΗ = γωνία που σχηματίζεται ανάμεσα στο επίπεδο της επιφάνειας του Φ/Β πλαισίου και το οριζόντιο επίπεδο

αζιμούθια γωνία σχηματίζεται πάνω στο οριζόντιο επίπεδο ανάμεσα στην προβολή της κεκλιμένης πλευράς του πλαισίου και τον τοπικό μεσημβρινό βορρά-νότου



 Προσανατολισμός	Κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο		
	 30°	 0°	 90°
Ανατολικός - Δυτικός	85% kWh _(max)	90% kWh _(max)	50% kWh _(max)
Νότιοανατολικός - Δυτικός	95% kWh _(max)	90% kWh _(max)	60% kWh _(max)
Νότιος	kWh _(max)	90% kWh _(max)	60% kWh _(max)
Βόρειοανατολικός - Δυτικός	95% kWh _(max)	90% kWh _(max)	30% kWh _(max)
Βόρειος	60% kWh _(max)	90% kWh _(max)	20% kWh _(max)

Υπολογίστε την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια για ένα κεκλιμένο (με κλίση 30°) φωτοβολταϊκό με βόρειο προσανατολισμό σε πόλη της επιλογής σας. Χρησιμοποιείστε τις παρακάτω παραμέτρους:

- Ονομαστική ισχύς P_p : αθροίστε τον αριθμό φοιτητικού μητρώου σας μέχρι να φτάσετε σε μονοψήφιο νούμερο και πολλαπλασιάστε με το 100 για να πάρετε την τιμή σε W

- PR : Λόγος επίδοσης 0,80

- G_{STC} : 1000 W/m²

• P_p : Ονομαστική ισχύς (Watt)

• $E_{\Phi B}$ =Παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια

• PR : Λόγος επίδοσης

• H_t : προσπίπτουσα ηλιακή ενέργεια στο ΦB σύστημα- kWh/m²

• G_{STC} : 1000 W/m² και

$$E_{\Phi B} = P_p \cdot PR \cdot \frac{H_t}{G_{STC}}$$

Πόλη	Οριζόντιο επίπεδο	Κεκλιμένο επίπεδο kWh/m ²
Ηράκλειο	1870	2060
Αθήνα	1810	2030
Λάρισα	1670	1910
Θεσσαλονίκη	1630	1870

Προσανατολισμός	Κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο		
	30°	0°	90°
Ανατολικός - Δυτικός	85%kWh _(max)	90%kWh _(max)	50%kWh _(max)
Νότιοανατολικός - Δυτικός	95%kWh _(max)	90%kWh _(max)	60%kWh _(max)
Νότιος	kWh _(max)	90%kWh _(max)	60%kWh _(max)
Βόρειοανατολικός - Δυτικός	95%kWh _(max)	90%kWh _(max)	30%kWh _(max)
Βόρειος	60%kWh _(max)	90%kWh _(max)	20%kWh _(max)

Φωτοβολταϊκά Άσκηση

1kWh=3600kJ

Υπολογίστε την απαραίτητη συλλεκτική επιφάνεια για την κάλυψη των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης (ZNX) τετραμελούς οικογένειας με ηλιακή ενέργεια στην περιοχή της Θεσσαλονίκης.

Δίνονται :

1. Περιοχή Θεσσαλονίκης (μέση ετήσια ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο $H_T = 5.35 \cdot 10^6$ kJ/m²/έτος)
2. Βαθμός απόδοσης για ένα τυπικό σύστημα συλλεκτών είναι 35%
3. Για οικία η παροχή νερού είναι: $V_w = 55$ lt/ημέρα/άτομο
4. Ειδική θερμότητα και πυκνότητα νερού $c_p = 4.18$ (kJ/(kg °C) και $\rho = 1$ kg/lt
5. Μέση θερμοκρασία νερού δικτύου και ZNX $\theta_m = 14.5$ °C και $\theta_w = 55$ °C

$$W_{ZNX} = N_{\text{ημερών}} \cdot N_{\text{ατόμων}} \cdot \dot{V}_w \cdot \rho_w \cdot c_p (\theta_w - \theta_m) \quad [\text{kJ/οικίες/έτος}]$$

$N_{\text{ημερών}} = 365$ ημέρες/έτος, $N_{\text{ατόμων}} = 4$ ατόμων

$$W_{\min} = \eta \cdot A \cdot H_T = W_{ZNX} \Rightarrow A = \frac{W_{ZNX}}{\eta \cdot H_T} \Rightarrow A = 7.26 \text{m}^2 / \text{οικία}$$