



ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΧΟΛΗ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

Ενότητα 2.1: Φωτοβολταϊκά Συστήματα
Άσκηση

Δρ. Γεώργιος Μητσόπουλος

Εκφώνηση

Σε δώμα κτιρίου στην Αθήνα πρόκειται να εγκατασταθεί φωτοβολταϊκό σύστημα με νότιο προσανατολισμό.

Δίνονται τα παρακάτω στοιχεία:

- ▶ Η διαθέσιμη επιφάνεια δώματος είναι 120 m^2 και θεωρείται ορθογωνικής μορφής, διαστάσεων $12 \text{ m} \times 10 \text{ m}$. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια τοποθετούνται με κλίση $\beta = 25^\circ$ και προσανατολισμό προς νότο που είναι η πλευρά των 10 m . Κάθε πλαίσιο έχει διαστάσεις $2.0 \text{ m} \times 1.0 \text{ m}$, άρα επιφάνεια 2 m^2 , και ονομαστική ισχύ 400 Wp .
- ▶ Για την αποφυγή αλληλοσκίασης μεταξύ διαδοχικών σειρών, θεωρείται ότι ο έλεγχος γίνεται για το χειμερινό ηλιοστάσιο και για ηλιακό ύψος κατά το μεσημέρι στην Αθήνα περίπου:

$$\alpha = 31^\circ$$

- ▶ Να θεωρηθεί ότι το πλαίσιο τοποθετείται με τη μεγάλη διάσταση πάνω στο κεκλιμένο επίπεδο, δηλαδή το μήκος του πλαισίου κατά την κλίση είναι:

$$L = 2.0 \text{ m}$$

Εκφώνηση

Επιπλέον δίνονται:

η μέση ετήσια οριζόντια ακτινοβολία για την περιοχή είναι **1700 kWh/m²/έτος**, η μέση απόδοση των πλαισίων είναι **20%**, ο δείκτης απόδοσης συστήματος **PR = 0.80**, η ετήσια κατανάλωση του κτιρίου είναι **25,000 kWh**, η τιμή ηλεκτρικής ενέργειας **0.12 €/kWh** και το κόστος εγκατάστασης **1,200 €/kWp**.

Να υπολογιστούν:

1. Το απαιτούμενο ελάχιστο διάκενο μεταξύ δύο διαδοχικών σειρών ώστε να μην υπάρχει αλληλοσκίαση το χειμερινό μεσημέρι.
2. Ο μέγιστος αριθμός πλαισίων που μπορούν να τοποθετηθούν στο δώμα.
3. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς του συστήματος.
4. Η ετήσια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια.
5. Το ποσοστό κάλυψης της ετήσιας κατανάλωσης του κτιρίου.
6. Το απλό διάστημα αποπληρωμής της επένδυσης.

Λύση

Ερώτημα 1

Για να γίνει σωστά η χωροθέτηση, πρώτα υπολογίζουμε τη γεωμετρία κάθε σειράς.

Το κατακόρυφο ύψος του πλαισίου από το πίσω μέχρι το μπροστινό άκρο είναι:

$$h = L \sin \beta = 2.0 \sin 25^\circ$$
$$h = 2.0 \times 0.4226 = 0.845 \text{ m}$$

Η οριζόντια προβολή του πλαισίου στο δώμα είναι:

$$b = L \cos \beta = 2.0 \cos 25^\circ$$
$$b = 2.0 \times 0.9063 = 1.813 \text{ m}$$

Για αποφυγή σκίασης το χειμερινό μεσημέρι, το απαιτούμενο καθαρό διάκενο μεταξύ δύο σειρών είναι:

$$d = \frac{h}{\tan \alpha}$$
$$d = \frac{0.845}{\tan 31^\circ}$$
$$d = \frac{0.845}{0.6009} = 1.406 \text{ m}$$

Άρα το συνολικό απαιτούμενο «βήμα» κάθε σειράς είναι:

$$p = b + d = 1.813 + 1.406 = 3.219 \text{ m}$$

Λύση

Ερώτημα 2

Αν θεωρήσουμε ότι οι σειρές αναπτύσσονται κατά τη διάσταση των **10 m**, τότε ο μέγιστος αριθμός σειρών είναι:

$$N_r = \left\lfloor \frac{10}{3.219} \right\rfloor = 3$$

Σε κάθε σειρά, κατά τη διάσταση των **12 m**, τα πλαίσια τοποθετούνται δίπλα-δίπλα με πλάτος **1.0 m** ανά πλαίσιο, άρα:

$$N_c = \left\lfloor \frac{12}{1.0} \right\rfloor = 12$$

Επομένως ο συνολικός αριθμός πλαισίων είναι:

$$N = N_r \cdot N_c = 3 \times 12 = 36$$

Λύση

Ερώτημα 3

Άρα η εγκατεστημένη ισχύς είναι:

$$P_{inst} = 36 \times 400 = 14,400 \text{ Wp} = 14.4 \text{ kWp}$$

Ερώτημα 4

Η πραγματική επιφάνεια των πλαισίων είναι:

$$A_{pV} = 36 \times 2 = 72 \text{ m}^2$$

Η ετήσια παραγωγή εκτιμάται από τη σχέση:

$$\begin{aligned} E &= A_{pV} \cdot G \cdot \eta \cdot PR \\ E &= 72 \times 1700 \times 0.20 \times 0.80 \\ E &= 19,584 \text{ kWh/έτος} \end{aligned}$$

Λύση

Ερώτημα 5

Το ποσοστό κάλυψης της κατανάλωσης είναι:

$$Coverage = \frac{19,584}{25,000} = 0.783$$

δηλαδή:

$$Coverage = 78.3\%$$

Ερώτημα 6

Το συνολικό κόστος εγκατάστασης είναι:

$$C = 14.4 \times 1200 = 17,280 \text{ €}$$

Αν θεωρήσουμε ότι όλη η παραγόμενη ενέργεια συμψηφίζεται πλήρως με την κατανάλωση, τότε το ετήσιο οικονομικό όφελος είναι:

$$B = 19,584 \times 0.12 = 2,350.08 \text{ €}$$

Άρα το απλό διάστημα αποπληρωμής είναι:

$$PB = \frac{17,280}{2,350.08} = 7.35 \text{ ετη}$$