

ΑΣΚΗΣΗ ΦΒ ΠΑΡΚΑ

Ένας επενδυτής πρόκειται να πραγματοποιήσει μια εγκατάσταση ΦΒ πλαισίων δυναμικότητας 80 kWp στο νομό Χανίων (γεωγραφικό πλάτος 35°) σε επίπεδο αγροτεμάχιο. Για τη συγκεκριμένη περιοχή μας είναι διαθέσιμες οι ετήσιες μέσες τιμές ηλιακής πρόσπτωσης σε οριζόντιο επίπεδο ($H_o=1550 \text{ kWh/m}^2$), απόκλισης ηλίου ($\delta = 0.92^\circ$) και η μέση γωνία δύσης του ηλίου ($\omega_s=73.2^\circ$).

Ο επενδυτής έχει στη διάθεση του 318 πλαίσια πολυκρυσταλλικού πυριτίου των 250Wp με τάση και ρεύμα στο μέγιστο σημείο ισχύος 34.9 V και 7.18 A, αντίστοιχα και οι διαστάσεις των πλαισίων είναι 1.61x0.86 m. Η απόδοση των πλαισίων είναι 16.5 % και η αγορά τους κόστισε 1.6 €/Wp. Το αγροτεμάχιο που θα πραγματοποιηθεί η εγκατάσταση έχει έκταση 850 m². Τα πλαίσια θα τοποθετηθούν με νότιο προσανατολισμό, γωνία κλίσης ως προς το οριζόντιο επίπεδο 26° και οι εργασίες διαμόρφωσης χώρου θα κοστίσουν 8000 €.

Επιπλέον, για την εγκατάσταση επιλέχθηκαν 10 αναστροφείς των 8.5 kWp με μέγιστη τάση εισόδου 600 V και με μέγιστο ρεύμα εισόδου 46 A. Το βέλτιστο λειτουργίας τους είναι για περιοχές τάσεων 300 – 400 V και ρεύματος 20 – 27 A (απώλειες 4 %). Σε οποιαδήποτε άλλη περίπτωση είναι της τάξης του 8 %. Το κόστος των αναστροφέων ήταν 0.45 €/Wp.

Αφού πραγματοποιήσετε τη βέλτιστη δυνατή διαστασιολόγηση της εγκατάστασης (αριθμός συστοιχιών, πλαίσια σε σειρά / παράλληλα ανά συστοιχία) να υπολογίσετε το χρόνο που χρειάζεται για να του επιστραφεί το αρχικό κεφάλαιο επένδυσης. Για τον υπολογισμό του χρόνου θεωρήστε ότι η τιμή πώλησης τη παραγόμενης ενέργειας είναι 0.325 €/kWh, οι ετήσιοι φόροι 20 % και οι απώλειες ενέργειας σε καλωδιώσεις είναι 6.5 %. Επιπλέον, αν θεωρείτε ότι στην εγκατάσταση υπάρχουν αυτοσκιάσεις των πλαισίων να τις συμπεριλάβετε στους υπολογισμούς σας ως απώλειες της τάξης 4 % επί της συνολικής παραγόμενης ενέργειας.

Δίνονται:

Εμπειρική σχέση διαγράμματος Monegon

$$\frac{a}{v} = 4.2 \times 10^{-3} \times \varphi^2 - 0.1661\varphi + 2.8652$$

Διορθωτικός συντελεστής

$$r_b = \frac{\cos \theta_o}{\cos \theta_z}, \quad \cos \theta_z = \sin \delta \cdot \sin \varphi + \cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \omega = \sin \alpha,$$
$$\cos \theta_o = \sin \delta \cdot \sin(\varphi - \beta) + \cos \delta \cdot \cos(\varphi - \beta) \cdot \cos \omega$$

ΛΥΣΗ

A. Βελτιστοποίηση - Διαστασιολόγηση

Based on the modules current, in order to be in the optimum working area of the inverters the arrays should have 3 moduleseries in parallel

$$3 \times 7.18 \text{ A} = 21.54 \text{ A}$$

Based on module voltage, in order to be in the optimum working area of the inverters, the areas should have 9, 10 or 11 modules in series

$$9 \times 34.9 = 314.1 \text{ V}, 10 \times 34.9 = 349 \text{ V}, 11 \times 34.9 = 383.9 \text{ V}$$

If we take into account that we have 10 inverters an optimum dimensioning for the modules/arrays can be:

$$8 \text{ arrays} \times 11 \text{ moduleseries} \times 3 \text{ parallel} = 264 \text{ modules and}$$

$$2 \text{ arrays} \times 9 \text{ moduleseries} \times 3 \text{ parallel} = 54 \text{ modules}$$

$$\text{Array 1 Power } 11 \times 3 \times 250 \text{ Wp} = 8250 \text{ Wp (lower than 8.5 kWp of invertter)}$$

$$\text{Array 2 Power } 9 \times 3 \times 250 \text{ Wp} = 6750 \text{ Wp (lower than 8.5 kWp of invertter)}$$

B. Επιφάνεια κάλυψης – Σκιάσεις

$$\text{Πλαίσια: } 318 \times 1.61 \times 0.86 = 440.3 \text{ m}^2$$

Διάγραμμα Monogon εμπειρική σχέση

$$\frac{a}{v} = 4.2 \times 10^{-3} \times \varphi^2 - 0.1661\varphi + 2.8652 = 2.2$$

Πολυκρυσταλλικά: $u = \gamma \times \sin \beta$, γ =μήκος του πλαισίου=1.61 m και β γωνία κλίσης των πλαισίων=26°

$$u = 1.61 \times \sin 26^\circ = 0.71$$

$a = 1.56 \text{ m}$ απόσταση μεταξύ των πλαισίων

Προσεγγιστικά ο χώρος που απαιτείται είναι $318 \times (1.56+1.611 \times \cos 26^\circ) \times 0.86 = 822 \text{ m}^2$ – Δε θα έχουμε σκιάσεις

Πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας – Παραγωγή Ενέργειας

Πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας σε ολική οριζόντια επιφάνεια

$$H_{\text{ολ}} = H_o \times A_{\text{πλαισίων}} = 1550 \text{ kWh/m}^2 \times (318 \times 1.61 \times 0.86) = 1550 \text{ kWh/m}^2 \times 440.3 \text{ m}^2 = 682000 \text{ kWh}$$

Πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας στη κεκλιμένη επιφάνεια

$$H_{\text{ολ,β}} = H_{\text{ολ}} \times r_b,$$

$$r_b = \frac{\cos \theta_o}{\cos \theta_z}, \quad \cos \theta_z = \sin \delta \cdot \sin \varphi + \cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \omega = \sin \alpha$$

$$\cos \theta_o = \sin \delta \cdot \sin(\varphi - \beta) + \cos \delta \cdot \cos(\varphi - \beta) \cdot \cos \omega,$$

$$R_b = 1.17, \quad H_{\text{ολ,β}} = H_{\text{ολ}} \times r_b = 799040 \text{ kWh}$$

Παραγωγή Ενέργειας

$$H_{\text{παρ}} = H_{\text{ολ,β}} \times \text{απόδοση} - H_{\text{ολ,β}} \times \text{απόδοση} \times \text{απώλειες} = H_{\text{ολ,β}} \times 0.165 - H_{\text{ολ,β}} \times 0.165 \times (0.04+0.065) = 118000 \text{ kWh}$$

Κόστος Εγκατάστασης – Χρόνος επιστροφής

$$\text{Πολυκρυσταλλικά Κόστος: } 318 \times 250 \text{ Wp} \times 1.6 \text{ €/Wp} + 10 \times 8500 \text{ Wp} \times 0.45 \text{ €/Wp} + 8000 \text{ €} = 173450 \text{ €}$$

$$\text{Ετήσια Έσοδα πώλησης ενέργειας Πολυκρυσταλλικά : } 118000 \text{ kWh} \times 0.325 \text{ €/kWh} - 0.2 \times (118000 \text{ kWh} \times 0.325 \text{ €/kWh}) = 30679 \text{ €, απόσβεση στην εξαετία}$$