

Εφαρμογή Solar Pump

Ένας αγρότης στην περιοχή της Δράμας θέλει να εγκαταστήσει μια αντλία νερού τροφοδοτούμενη από φωτοβολταϊκές μονάδες (Solar Pump), για πότισμα του χωραφιού του. Οι ημερήσιες ανάγκες για νερό είναι $V = 30\text{m}^3$ και θα αντλεί το νερό από βάθος $Z1 = 55\text{m}$ σε δεξαμενή ύψους $Z2 = 5\text{m}$. Έστω ότι ο μέσος χρόνος ηλιοφάνειας είναι $\Delta t = 6\text{h}$ και ότι από μετεωρολογικές μετρήσεις στην περιοχή προκύπτουν τα παρακάτω δεδομένα:

ΩΡΑ	10 ^η	11 ^η	12 ^η	13 ^η	14 ^η	15 ^η
GHI	600	710	840	840	710	600
DNI	600	640	670	670	640	600
DHI	150	170	180	180	170	150
θA	100°	120°	180°	190°	230°	250°
θz	45°	25°	20°	20°	25°	45°

Να ορίσετε τις γωνίες θT και $\theta A, \text{array}$ για σταθερή ΦΒ εγκατάσταση και να βρείτε τα παρακάτω:

- Τις γωνίες πρόσπτωσης (AOI) της ηλιακής ακτινοβολίας στην επιφάνεια των ΦΒ.
- Την απαιτούμενη συνολική επιφάνεια της ΦΒ συστοιχίας, προκειμένου να καλυφθούν εξολοκλήρου οι ημερήσιες ανάγκες νερού.
- Την συνδεσμολογία της ΦΒ εγκατάστασης.

Δίνονται τα φύλλα δεδομένων της αντλίας και των ΦΒ μονάδων, Albedo = 0.25 και τυχόν λοιπές απώλειες ίσες με $\eta_{\text{loss}} = 2\%$.

Λύση

- Αρχικά έστω ότι η ΦΒ συστοιχία τοποθετείτε σε γωνία $\theta T = 30^\circ$ με νότιο προσανατολισμό δηλαδή $\theta A, \text{array} = 180^\circ$. Συνεπώς με την χρήση της σχέσης

$$AOI = \cos^{-1}[\cos(\theta z) * \cos(\theta T) + \sin(\theta z) * \sin(\theta T) * \cos(\theta A - \theta A, \text{array})]$$

Στο EXCEL

$$=ACOS(COS(C6*PI()/180)*COS(\$C\$2*PI()/180) + SIN(C6*PI()/180)*SIN(\$C\$2*PI()/180)*COS((C5-\$C\$1)*PI()/180))*180/PI()$$

Όπου $C6 = \theta z$, $C2 = \theta T$, $C5 = \theta A$, $C1 = \theta A, \text{array}$, σε μοίρες. Το αποτέλεσμα είναι επίσης σε μοίρες

βρίσκουμε τις γωνίες πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας στην ΦΒ επιφάνεια για τις έξι (6) ώρες αντίστοιχα, με σκοπό να υπολογίσουμε την συνολική προσπίπτουσα ένταση ακτινοβολίας E_{roa} .

AOI	47.64°	27.06°	10.00°	10.82°	22.97°	42.84°
-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------

- Υπολογίζουμε $E_{\text{roa}} = E_b + E_g + E_d$ σε W/m^2 .

Όπου $E_b = \text{DNI} * \cos(\text{AOI})$

$$E_g = GHI * \text{Albedo} * (1 - \cos(\theta_T)) / 2$$

$$E_d = DHI * (1 + \cos(\theta_T)) / 2$$

E _b	404.26	569.95	659.82	658.08	589.26	439.98
E _g	10.05	11.89	14.07	14.07	11.89	10.05
E _d	86.57	98.11	103.88	103.88	98.11	86.57
E _{poa}	500.88	679.95	777.77	776.03	699.26	536.59

Συνεπώς, η μέση ένταση ακτινοβολίας που φτάνει στα ΦΒ είναι ίση με

$$E_{poa_mean} = 661.75 \text{ W/m}^2.$$

Υπολογίζουμε την παροχή νερού της αντλίας σύμφωνα με τον χρόνο ηλιοφάνειας, δηλαδή

$$\text{RatedFlow} = V / \Delta t = 5 \text{ m}^3/\text{h}$$

Από το φύλλο δεδομένων του κατασκευαστή της αντλίας, λαμβάνουμε την ισχύ που χρειάζεται η αντλία για να αντλήσει νερό από βάθος 55μ σε δεξαμενή ύψους 5μ, με παροχή των 5m³/h.

Οπότε η αντλία τύπου 4LPS 5/10 της LEO θα απαιτεί ισχύ ίση με

$$P_{\text{pump}} = 2000\text{W}.$$

Από το φύλλο δεδομένων του κατασκευαστή των ΦΒ, λαμβάνουμε την ισχύ και την επιφάνεια του ΦΒ πλαισίου που είναι αντίστοιχα 290Wp και 1,64m². Άρα σε πρότυπες συνθήκες STC η συγκεκριμένη ΦΒ μονάδα τύπου MonoX-Neon-290 της LG, έχει βαθμό απόδοσης

$$\eta_{\text{pv}} = 290 / (1000 * 1.64) = 17.7 \%$$

Άρα η απαιτούμενη συνολική επιφάνεια της ΦΒ συστοιχίας θα είναι

$$A_{\text{array}} = P_{\text{pump}} / (\eta_{\text{pv}} * (1 - \eta_{\text{loss}}) * E_{poa_mean})$$

$$A_{\text{array}} = 17.44 \text{ m}^2$$

iii. Συνεπώς απαιτούνται τουλάχιστον 11 ΦΒ μονάδες με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 3190Wp για την τροφοδότηση της αντλίας.

Από το φύλλο δεδομένων της αντλίας διαβάζουμε επίσης ότι η επιτρεπόμενη τάση εισόδου συνεχούς ρεύματος του ελεγκτή της αντλίας είναι από 60V έως 400V. Συνεπώς μια σειρά φβ μονάδων δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει τα 400Vdc. Από το φύλλο δεδομένων του ΦΒ προκύπτει ότι V_{mp} = 31.8 V και I_{mp} = 9.19A, οπότε μπορούμε όπως φαίνεται και στο σχέδιο, να συνδέσουμε και τα 11 ΦΒ σε σειρά στην είσοδο του ελεγκτή της αντλίας, με τάση ίση με V_{string} = 349.8V.

