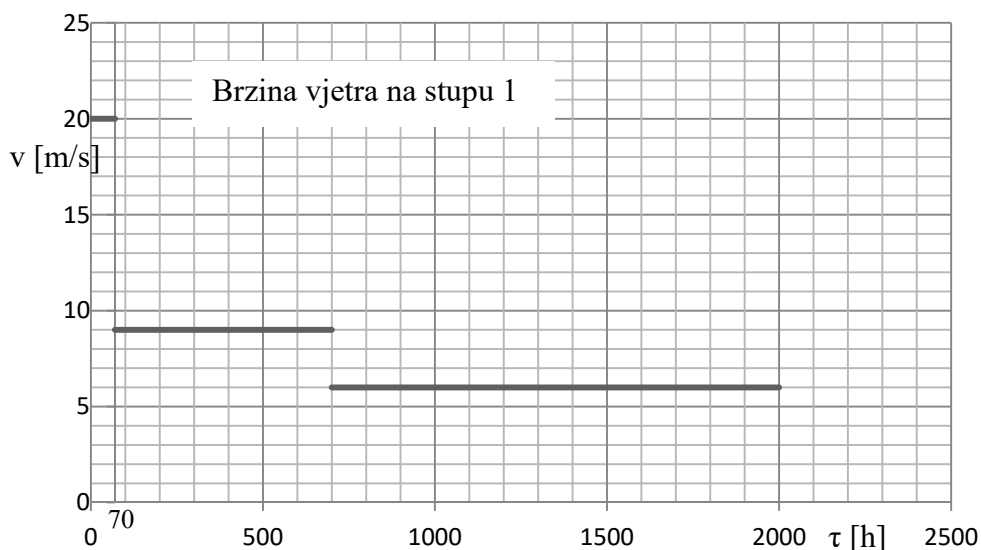
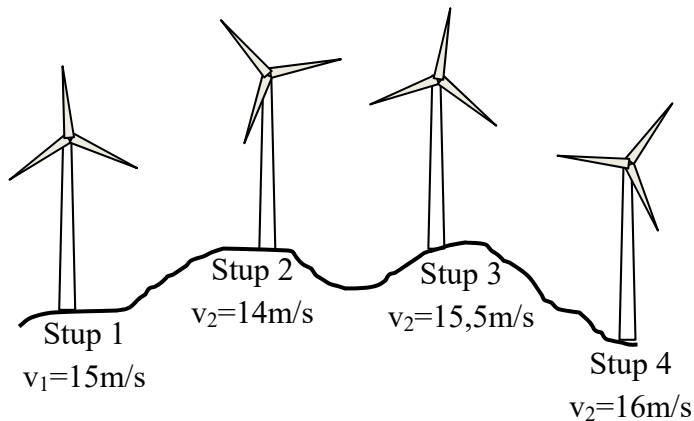


1. zadatak.

Vjetroпарк se sastoji od četiri stupa na kojima su izmjerene različite brzine vjetra. Izračunajte koliko je električne energije proizvedeno (MWh) u tom vjetroparku u trajanju od 70h. Koliko je električne energije proizvedeno na 1. stupu ako je zadan dijagram trajanja vjetra za taj stup. Zadano je još: $\rho_z=1,23\text{kg/m}^3=\text{konst.}$, $A=860\text{m}^2$, $c_p=0,35$, $\eta_m=0,93$, $\eta_g=0,85$.



Rješenje:

Električna snaga koju daje jedan (i-ti) stup vjetroparka (vjetrolektane) izračunat ćemo prema općem izrazu:

$$P_i = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v_i^3 \cdot c_p \cdot \eta_m \cdot \eta_g \quad (1)$$

Ukupnu električnu energiju proizvedenu u nekom vjetroparku izračunat ćemo prema:

$$E_{el} = \sum_i P_i \cdot \tau_i \quad [W] \quad (2)$$

Za naš zadani slučaj to možemo pisati:

$$E_{el} = P_1 \cdot \tau_1 + P_2 \cdot \tau_2 + P_3 \cdot \tau_3 + P_4 \cdot \tau_4 \quad (3)$$

a uz činjenicu da je $\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau$ izraz (3) nakon sređivanja i uz (1) izgleda ovako:

$$E_{el} = (P_1 + P_2 + P_3 + P_4) \cdot \tau = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot c_p \cdot \eta_m \cdot \eta_g \cdot (v_1^3 + v_2^3 + v_3^3 + v_4^3) \cdot \tau \quad (4)$$

Uvrštavanjem zadanih podataka dobiva se ukupno proizvedena električna energija u vjetroparku:

$$E_{el} = \frac{1}{2} \cdot 1,23 \frac{kg}{m^3} \cdot 860m^2 \cdot 0,35 \cdot 0,93 \cdot 0,85 \cdot (15^3 + 14^3 + 15,5^3 + 16^3) \frac{m^3}{s^3} \cdot 70h =$$

$$= 1,4376 \cdot 10^9 Wh = 1,4376 GWh \quad (5)$$

U nastavku je potrebno izračunati proizvedenu električnu energiju na stupu 1 vjetroparaka u z zadni dijagram brzine vjetra. Poslužiti ćemo se opet izrazom (2) koji sada izgleda ovako:

$$E_{el} = \sum_i P_i \cdot \tau_i = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot c_p \cdot \eta_m \cdot \eta_g \cdot (v_1^3 \cdot \tau_1 + v_2^3 \cdot \tau_2 + v_3^3 \cdot \tau_3) \quad (6)$$

a očitavanjem i uvrštavanjem vrijednost iz zadanog dijagrama slijedi:

$$E_{el} = \frac{1}{2} \cdot 1,23 \frac{kg}{m^3} \cdot 860m^2 \cdot 0,35 \cdot 0,93 \cdot 0,85 \cdot (20^3 \cdot 70 + 9^3 \cdot 630 + 6^3 \cdot 1300) \frac{m^3}{s^3} \cdot h =$$

$$= 1,9157 \cdot 10^9 Wh = 1,9157 GWh \quad (7)$$

2. zadatak

Vjetroelektrana je u zimskom periodu (uz gustoću zraka ρ_{zima}) koji je trajao 950h radila s prosječnom snagom $P_{zima}=1,349MW$ pri brzini $v_{zima}=14m/s$. Kolika je bila prosječna brzina vjetra u ljetnom periodu koji je trajao 1600 sati ako je vjetroelektrana u oba perioda proizvela 3,54GWh električne energije. Gustoća zraka se u zimskom periodu povećala za 6% u odnosu na onu u ljetnom razdoblju.

Rješenje:

Ukupno proizvedena električna energija u zimskom i ljetnom periodu je:

$$E_{el} = E_{ljetno} + E_{zima} = P_{zima} \cdot \tau_{zima} + P_{ljetno} \cdot \tau_{ljetno} = 3,54GWh = 3,54 \cdot 10^3 MWh \quad (1)$$

Odavde se može izračunati prosječna snaga u ljetnom periodu:

$$P_{ljetno} = \frac{E_{el} - P_{zima} \cdot \tau_{zima}}{\tau_{ljetno}} = \frac{3,54 \cdot 10^3 MWh - 1,349MW \cdot 950h}{1600h} = 1,412MW \quad (2)$$

Električne snage za svaki period mogu se uz zadani odnos gustoća $\rho_{zima} = 1,06 \cdot \rho_{ljetno}$ pisati kao:

$$P_{zima} = \frac{1}{2} \cdot 1,06 \cdot \rho_{ljetno} \cdot A \cdot v_{zima}^3 \cdot c_p \cdot \eta_m \cdot \eta_g \quad (3)$$

$$P_{ljetno} = \frac{1}{2} \cdot \rho_{ljetno} \cdot A \cdot v_{ljetno}^3 \cdot c_p \cdot \eta_m \cdot \eta_g \quad (4)$$

Dijeljenjem izraza (3) i (4) dobije se:

$$\frac{P_{zima}}{P_{ljetno}} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 1,06 \cdot \rho_{ljetno} \cdot A \cdot v_{zima}^3 \cdot c_p \cdot \eta_m \cdot \eta_g}{\frac{1}{2} \cdot \rho_{ljetno} \cdot A \cdot v_{ljetno}^3 \cdot c_p \cdot \eta_m \cdot \eta_g} = \frac{1,06 \cdot v_{zima}^3}{v_{ljetno}^3} \quad (5)$$

Odavde je moguće izračunati prosječnu brzinu vjetra u ljetnom periodu:

$$v_{ljetno} = \sqrt[3]{\frac{P_{ljetno} \cdot 1,06 \cdot v_{zimna}^3}{P_{zimna}}} = v_{zimna} \cdot \sqrt[3]{\frac{1,06 \cdot P_{ljetno}}{P_{zimna}}} = 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{1,06 \cdot 1,412}{1,349}} = 14,5 \frac{m}{s}$$