

## 2. DOMAĆA ZADAĆA

### MAPE

#### Zadatak 1.

Pumpu pokreće pogonski jednofazni motor nazivnog napona 220 V, nazivne struje 40 A, a izmjereni napon je **227 V** (220 + 10. znamenka JMBAG-a), a izmjerena struja **37 A** (30 + 10. znamenka JMBAG-a). Nazivni faktor snage je 0,92, a izmjereni 0,86. Efikasnost motora kod zadanog faktora opterećenja iznosi 0,88. Pumpa ima izlazni tlak **147 kPa** (120 + 9. i 10. znamenka JMBAG-a), ukupni ulazni tlak 55 kPa, protok tekućine je 105m<sup>3</sup>/h, a gustoća tekućine 1000 kg/m<sup>3</sup>. Izračunajte:

- a) dobavnu visinu pumpe,
- b) ulaznu snagu motora,
- c) ulaznu snagu pumpe,
- d) snagu idealne pumpe i
- e) ukupnu efikasnost pumpe.

#### MOTOR

$$U_n = 220V$$

$$I_n = 40A$$

$$U = 227V$$

$$I = 37A$$

$$\cos \varphi_n = 0.92$$

$$\cos \varphi = 0.86$$

$$ef_m = 0.88$$

#### PUMPA

$$p_{izlaz} = 147kPa$$

$$p_{ulaz} = 55kPa$$

$$Q = 105 \frac{m^3}{h}$$

$$\rho = 1000 \frac{kg}{m^3}$$

$$H_{pump} = \frac{(p_{iz} - p_{ul})}{\rho * g} = \frac{(147 - 55) * 10^3}{10^3 * 9.81} = 9.378m$$

$$P_{motor\_ulaz} = U * I * \cos \varphi = 227 * 37 * 0.86 = 7.22kW$$

$$P_{pumpa\_ulaz} = P_{motor\_izlaz} = P_{motor\_ulaz} * ef_m = 7.22 * 0.88 = 6.35kW$$

$$P_{pumpa\_ideal} = \rho * g * H * Q = 1000 * 9.81 * 9.38 * 105 * \frac{1}{3600} = 2.68kW$$

$$ef_p = \frac{P_{pumpa\_ideal}}{P_{pumpa\_ulaz}} = 0.422 = 42.2\%$$

## Zadatak 2.

a) Prema ugovoru s distributerom naplaćuje se sva preuzeta jalova energija. U postojećem pogonu trebamo uvesti kompenzaciju jalove energije i treba izračunati koliko iznosi:

- Srednja radna snaga
- Faktor snage
- Srednja prividna snaga prije kompenzacije
- Potrebna jalova snaga koju treba kompenzirati
- Mjesečni troškovi za jalovu energiju kod više tarife
- Mjesečni troškovi za jalovu energiju kod niže tarife
- Ukupni mjesečni troškovi za jalovu energiju
- Mjesečna ušteda kod kompenzacije jalove energije

ako je

- T - broj mjesečnih sati rada je **327h** (300 + 9. i 10. znamenka JMBAG-a)
- Željeni faktor snage  $\cos \varphi = 0.97$
- Iz očitavanja brojila radne i jalove energije znamo:
  - WRv – radna energija kod više tarife = **87000 kWh** (80000 kWh + 10. znamenka JMBAG-a \* 1000 kWh)
  - WRn – radna energija kod niže tarife = **39000 kWh** (32000 kWh + 10. znamenka JMBAG-a \* 1000 kWh)
  - WQv – jalova energija kod više tarife = **72000 kVarh** (70000 kVarh + 9. znamenka JMBAG-a \* 1000 kVarh)
  - WQn – jalova energija kod niže tarife = **28000 kVarh** (26000 kVarh + 9. znamenka JMBAG-a \* 1000 kVarh)

–  $ce_{Qv}$  – jalova energija kod više tarife = 0,15 kn/kVArh

–  $ce_{Qn}$  – jalova energija kod niže tarife = 0,15 kn/kVArh

$$t = 327h$$

$$\cos \varphi = 0.97$$

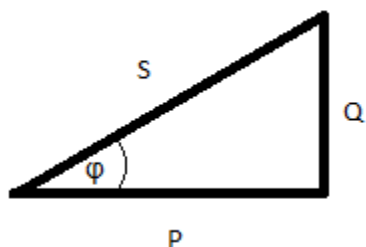
$$W_{Rv} = 87000 kWh$$

$$W_{Rn} = 39000 kWh$$

$$W_{Qv} = 72000 kWh$$

$$W_{Qn} = 28000 kWh$$

$$ce_{Qv} = ce_{Qn} = 0.15 \frac{kn}{kVArh}$$



$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

Srednja radna snaga:

$$P = \frac{W_{Rv} + W_{Rn}}{t} = \frac{87000 + 39000}{327} = 385.32 kW$$

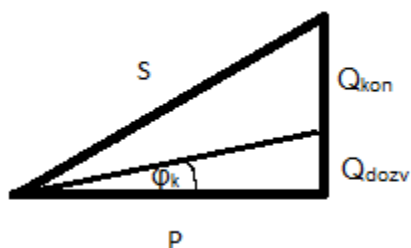
$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

Faktor snage:

$$Q = \frac{W_{Qv} + W_{Qn}}{t} = \frac{72000 + 28000}{327} = 305.81 kW$$

$$\cos \varphi = 0.783$$

Potrebna jalova snaga koju treba kompenzirati:



$$Q_{kon} = Q - Q_{dozv}$$

$$\operatorname{tg} \varphi_k = \frac{Q_{dozv}}{P}$$

$$Q_{dozv} = P * \operatorname{tg} \varphi_k = 385.32 * \operatorname{tg}(\arccos 0.97) = 96.57 \text{ kVar}$$

$$Q_{kon} = Q - Q_{dozv} = 305.81 - 96.57 = 209.24 \text{ kVar}$$

Mjesečni troškovi za jalovu energiju kod više tarife:

$$T_v = W_{Q_v} * ce_v = 72000 * 0.15 = 10800 \text{ kn}$$

Mjesečni troškovi za jalovu energiju kod niže tarife:

$$T_n = W_{Q_n} * ce_n = 28000 * 0.15 = 4200 \text{ kn}$$

Ukupni mjesečni troškovi za jalovu energiju:

$$T_{uk} = T_v + T_n = 15000 \text{ kn}$$

Mjesečna ušteda kod kompenzacije jalove energije:

$$T_{ušteta} = Q_{kon} * ce = 209.24 * 0.15 = 31.39 \text{ kn}$$

**b)** Svi podaci su kao u prethodnom zadatku, ali se naplaćuje samo prekomjerno preuzeta jalova električna energija ako je preuzeto jalove energije preko 33% utrošene radne energije.

a) Koliki je faktor snage  $\cos \varphi$  postrojenja kod kojeg je jalova energija 33% utrošene radne energije?

b) Koliki su mjesečni troškovi za jalovu energiju kod više tarife?

c) Koliki su mjesečni troškovi za jalovu energiju kod niže tarife?

d) Koliki su ukupni mjesečni troškovi za jalovu energiju?

$$W_{Q1} = 33\% W_R = 0.33 W_R$$

$$\frac{W_{Q1}}{W_R} = \frac{Q_1}{P} = 0.33$$

Faktor snage:  $\operatorname{tg} \varphi = \frac{Q_1}{P} = 0.33$

$$\cos \varphi = \cos(\operatorname{arctg} 0.33) = 0.95$$

Mjesečni troškovi za jalovu energiju kod više tarife:

$$W_{Qv1} = 0.33 * W_{Rv} = 0.33 * 87000 = 28710 \text{ kVarh}$$

$$\Delta W_{Qv} = W_{Qv} - W_{Qv1} = 72000 - 28710 = 43290 \text{ kVarh}$$

$$T_{v1} = \Delta W_{Qv} * ce_v = 6493.5 \text{ kn}$$

Mjesečni troškovi za jalovu energiju niže tarife:

$$W_{Qn1} = 0.33 * W_{Rn} = 0.33 * 39000 = 12870 \text{ kVarh}$$

$$\Delta W_{Qn} = W_{Qn} - W_{Qn1} = 28000 - 12870 = 15130 \text{ kVarh}$$

$$T_{n1} = \Delta W_{Qn} * ce_n = 2269.5 \text{ kn}$$

Ukupni mjesečni troškovi za jalovu energiju:

$$T_{uk1} = T_{v1} + T_{n1} = 8763 \text{ kn}$$

### Zadatak 3.

Ako se uvođenjem kompenzacije popravi faktor snage sa **0,77** (0,7 + 10. znamenka JMBAG-a\*0,01) na 0,96 za koliko posto se:

- a) smanje gubici?
- b) smanji struja u vodovima?

Smanjenje gubitaka – gubici u vodičima su proporcionalni s kvadratom struje, odnosno gubici su obrnuto proporcionalni kvadratu faktora snage. Postotak smanjenja gubitaka:

$$p = 100 - 100 \left( \frac{0.77}{0.96} \right)^2 = 35.67\%$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{\cos \varphi_1}{\cos \varphi_2} = \frac{0.77}{0.96} = 0.802 = 80.2\% \quad \rightarrow \text{struja u vodovima smanji se } 19.8\%$$

**Zadatak 4.**

Ako se kod centrifugalne pumpe promjera rotora **327** (300 + 9. i 10. znamenka JMBAG-) mm trajno smanji potrební protok sa **117** (90 + 9. i 10. znamenka JMBAG-a) m<sup>3</sup>/min na **102** (75 + 9. i 10. znamenka JMBAG-a) m<sup>3</sup>/min, na koju dimenziju treba smanjiti rotor pumpe i za koliko postotaka će se smanjiti potrebna snaga?

$$Q_1 = 117 \frac{m^3}{min}$$

$$Q_2 = 102 \frac{m^3}{min}$$

$$D_1 = 327 mm$$

Protok se mijenja proporcionalno promjeru rotora:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{D_1}{D_2}$$

$$D_2 = D_1 * \left( \frac{Q_1}{Q_2} \right)^{-1} = 285.08 mm$$

Potrebna snaga mijenja se proporcionalno kubu promjera rotora:

$$P_2 = P_1 * \left( \frac{D_2}{D_1} \right)^3 = 0.872 * P_1 \quad \rightarrow \text{potrebna će se snaga smanjiti 12.8\%}$$