

Zadatak 2

Jedna TS 35/10 kV, snage 2x12,5 MVA napaja se po principu „ulaz-izlaz” kablovskim vodovima 35 kV sa izolacijom od umreženog polietilena, sa provodnicima od aluminijuma, preseka 150 mm², u istom rovu. Iz TS 35/10 kV se napaja:

- 5625 domaćinstava na sistemu daljinskog grejanja, sa pripremom sanitarne tople vode akumulacionim bojlerima;
- 2025 domaćinstava koja se greju TA-pećima;
- 361 domaćinstvo koja se greju električnim kotlovima;
- škola površine 3000 m² i
- dom zdravlja površine 5000 m².

Ako je koeficijent jednovremenosti između ovih grupa potrošača 0,9, odrediti:

- Vršno opterećenje TS u zimskom periodu na nivou bazne 2000-te godine. (8 poena)
- Iznos snage koja se rezervira iz distributivne mreže 10 kV, ako dođe do ispada jednog energetskog transformatora zbog kvara. Maksimalno trajanje vršnog opterećenja je 4 časa, a prethodno opterećenje je 65 % od dozvoljenog. (6 poena)
- Iznos snage koja se rezervira iz distributivne mreže 10 kV, ako dođe do ispada jednog kabla 35 kV. U normalnom pogonu režim rada je po principu „jedan vod-jedan transformator”. Kabl je položen u zemlji sa specifičnim toplotnim otporom od 1,2 K·m/W. (6 poena)

Rešenje zadatka:

- a) Vršne snage pojedinačnih tipova potrošača (domaćinstava) su:

$$P_{vrb1} = 8,1875 \text{ kW}, P_{vrc1} = 14,9375 \text{ kW}, P_{vrc2} = 21,6875 \text{ kW}.$$

U zavisnosti od broja domaćinstava, vrednosti koeficijenta jednovremenosti po grupama su:

$$j_{nb1} = 0,15 + \frac{1 - 0,15}{\sqrt{n_{b1}}} = 0,15 + \frac{0,85}{\sqrt{5625}} = 0,1613$$

$$j_{nc1} = 0,43 + \frac{1 - 0,43}{\sqrt{n_{c1}}} = 0,43 + \frac{0,57}{\sqrt{2025}} = 0,4426$$

$$j_{nc2} = 0,267 + \frac{1 - 0,267}{\sqrt{n_{c2}}} = 0,267 + \frac{0,733}{\sqrt{361}} = 0,3056$$

$$\text{Vršna snaga škole je: } P_{sk} = p_{ssk} \cdot S_{sk} = 25 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 3000 \text{ m}^2 = 75 \text{ kW}$$

$$\text{Vršna snaga doma zdravlja je: } P_{dz} = p_{sdz} \cdot S_{dz} = 35 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 5000 \text{ m}^2 = 175 \text{ kW}$$

Vršna snaga svih navedenih potrošača, tj. vršna snaga TS koja ih napaja je:

$$P_{vTS} = j \cdot (n_{b1} \cdot j_{nb1} \cdot P_{vrb1} + n_{c1} \cdot j_{nc1} \cdot P_{vrc1} + n_{c2} \cdot j_{nc2} \cdot P_{vrc2} + P_{sk} + P_{dz})$$

$$\begin{aligned}
 P_{vTS} &= 0,9 \cdot (5625 \cdot 0,1613 \cdot 8,1875 + 2025 \cdot 0,4426 \cdot 14,9375 + 361 \cdot 0,3056 \cdot 21,6875 + 75 + 175) \\
 &= 0,9 \cdot (7428,62 + 13387,96 + 2392,60 + 250) = 0,9 \cdot 23459,18 \text{ kW} \\
 &= 21113,26 \text{ kW} = \mathbf{21,11 \text{ MW}}
 \end{aligned}$$

b) Za $t = 4 \text{ h}$ ima se: $S_2 = 1,48 S_n$

Kako je iz uslova zadatka: $S_1 = 0,65 S_2$, odnosno $K_1 = 0,65 K_2$, tada je:

$$S_{1g} = 0,65 \times 1,48 \times S_n = 0,962 \times S_n \Rightarrow K_{1g} = 0,962 \quad \text{Za ovu vrednost } K_{1g} \text{ ima se:}$$

$$S_2 = S_{doz} = 1,36 S_n = 1,36 \times 12,5 = 17 \text{ MVA} = 17000 \text{ kVA}.$$

Neophodno je izvršiti rezerviranje nedostajuće snage iz mreže 10 kV u iznosu od:

$$\Delta S = 21113,26 \text{ kW} - 17000 \text{ kW} = 4113,26 \text{ kVA} = \mathbf{4,11 \text{ MVA}}$$

c)

$$I_{dozK} = k_{op} \cdot k_{\theta} \cdot k_{\rho} \cdot k_{bk} \cdot I_{nd} = 1,0 \cdot 1,084 \cdot 0,93 \cdot 1,0 \cdot 321 \text{ A} = 1,008 \cdot 321 \text{ A} = \mathbf{323,6 \text{ A}}$$

$$S_{dozK} = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_{dozK} = \sqrt{3} \cdot 35 \text{ kV} \cdot 323,6 \text{ A} = 19617,21 \text{ kVA} = \mathbf{19,617 \text{ MVA}}$$

Kako je $S_{max} = 21,11 \text{ MVA}$, onda je **potrebno rezerviranje iz mreže 10 kV** pri ispadu jednog kabla 35 kV, u iznosu: $\Delta S = 21113,26 - 19617,21 = 1496,05 \text{ kVA} = \mathbf{1,50 \text{ MVA}}$.

Rešenje zadatka Grupe B :

a) Pojedinačne vršne snage grupa domaćinstava su:

$$P_{vrb1} = 8,1875 \text{ kW} ; P_{vrc1} = 14,9375 \text{ kW} \text{ i } P_{vrc2} = 21,6875 \text{ kW}.$$

U zavisnosti od broja domaćinstava, vrednosti koeficijenata jednovremenosti po grupama su:

$$j_{nb1} = 0,15 + \frac{1 - 0,15}{\sqrt{n_{b1}}} = 0,15 + \frac{0,85}{\sqrt{2809}} = 0,166$$

$$j_{nc1} = 0,43 + \frac{1 - 0,43}{\sqrt{n_{c1}}} = 0,43 + \frac{0,57}{\sqrt{900}} = 0,449$$

$$j_{nc2} = 0,267 + \frac{1 - 0,267}{\sqrt{n_{c2}}} = 0,267 + \frac{0,733}{\sqrt{529}} = 0,299$$

$$\text{Vršna snaga škole je: } P_{sk} = p_{sšk} \cdot S_{sk} = 25 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 4500 \text{ m}^2 = 112,5 \text{ kW}.$$

$$\text{Vršna snaga doma zdravlja je: } P_{dz} = p_{sdz} \cdot S_{dz} = 35 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 5000 \text{ m}^2 = 175 \text{ kW}.$$

$$P_{vTS} = j \cdot (n_{b1} \cdot j_{nb1} \cdot P_{vrb1} + n_{c1} \cdot j_{nc1} \cdot P_{vrc1} + n_{c2} \cdot j_{nc2} \cdot P_{vrc2} + P_{sk} + P_{dz})$$

$$P_{vTS} = 0,85 \cdot (2809 \cdot 0,166 \cdot 8,1875 + 900 \cdot 0,449 \cdot 14,9375 + 529 \cdot 0,299 \cdot 21,6875 + 112,5 + 175)$$

$$P_{vTS} = 0,85 \cdot (3817,78 + 6036,24 + 3430,33 + 287,5) = 0,85 \cdot 13571,86 \text{ kW}$$

$$P_{vTS} = 11536,08 \text{ kW} = \mathbf{11,54 \text{ MW}}$$

$$\mathbf{b)} \quad I_{dozK} = k_{op} \cdot k_{\theta} \cdot k_{\rho} \cdot k_{bk} \cdot I_{nd}$$

$$k_{op} = 1,0$$

$$k_{\theta} = 1,0 + 0,007 \cdot (20 - \theta_z) = 1,0 + (20 - 8) = 1,084$$

$$k_{\rho} = 0,94$$

$$k_{bk} = 1,0$$

$$I_{nd} = 235 \text{ A}$$

$$I_{dozK} = k_{op} \cdot k_{\theta} \cdot k_{\rho} \cdot k_{bk} \cdot I_{nd} = 1,0 \cdot 1,084 \cdot 0,94 \cdot 1,0 \cdot 235 \text{ A} = \mathbf{239,46 \text{ A}}$$

$$\mathbf{S_{dozK}} = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_{dozK} = \sqrt{3} \cdot 35 \text{ kV} \cdot 235 \text{ A} = 14516,22 \text{ kVA} = \mathbf{14,52 \text{ MVA}}$$

Kako je $S_{\max} = 2 \cdot 0,8 \cdot 11,54 = 18,47 \text{ MVA} > 14,52 \text{ MVA}$, onda je pri ispadu jednog kabla 35 kV potrebno rezerviranje iz mreže 10 kV od $\Delta \mathbf{S} = 18,47 - 14,52 = \mathbf{3,95 \text{ MVA}}$.

$$\mathbf{c)} \quad \text{Za } t = 4 \text{ h ima se: } S_2 = 1,45 S_n$$

Kako je iz uslova zadatka $S_1 = 0,7 S_2$, odnosno $K_1 = 0,7 K_2$, tada je:

$$S_{lg} = 0,7 \cdot 1,45 \cdot S_n = 1,015 \cdot S_n \Rightarrow K_{lg} = 1,015.$$

Za ovu vrednost K_{lg} ima se:

$$S_2 = S_{doz} = 1,35 \cdot S_n = 1,35 \cdot 8 \text{ MVA} = 10800 \text{ kVA} = 10,8 \text{ MVA}.$$

Neophodno je izvršiti rezerviranje nedostajuće snage iz mreže 10 kV u iznosu od:
 $\Delta \mathbf{S} = 11,54 - 10,8 = 0,754 \text{ MVA} = \mathbf{754 \text{ kVA}}$