

Projektiranje električnih instalacija, rasvjete i postrojenja

Auditorne vježbe

**Određivanje nazivne struje osigurača,
presjeka spojnih vodiča
te pada napona**

- Električne instalacije - kućanstva i industrija
- Sigurnost uporabe
- Trošila raznih snaga
- Nazivna struja osigurača, presjek vodiča, pad napona

RAČUNANJE PADA NAPONA

Pad napona u jednofaznom sustavu:

$$u = 100 \cdot \frac{\rho}{A} \cdot \frac{2 \cdot \ell \cdot P_{\max}}{U^2 \cdot \cos \varphi},$$

Pad napona u trofaznom sustavu:

$$u = 100 \cdot \frac{\rho}{A} \cdot \frac{\ell \cdot P_{\max}}{U^2 \cdot \cos \varphi}$$

Maksimalna snaga u jednofaznom sustavu:

$$P_{\max} = U \cdot I_p \cdot \cos \varphi$$

Maksimalna snaga u trofaznom sustavu:

$$P_{\max} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_p \cdot \cos \varphi$$

u – postotni pad napona [%]

ρ – specifični električni otpor (električna otpornost) [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]

ℓ – duljina vodiča [m]

P_{\max} – maksimalna snaga kroz vodič [W]

A – poprečni presjek vodiča [mm^2]

U – nazivni napon [V]

$\cos \varphi$ – faktor snage [-]

I_p – struja (potezna, maksimalna) [A]

$$\rho_{\text{Cu}} = 0,0176 \Omega \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

Tablica 1. Najveće nazivne struje zaštitnih organa kojima se osiguravaju pojedine vrste i presjeci vodiča za elektroenergetske instalacije (temperatura okoline 30°C).

Presjek vodiča Cu mm ²	Nazivna struja zaštitnog organa		
	A		
	Grupa I	Grupa II	Grupa III
0,75	-	6	10
1	6	10	10
1,5	10	10	20
2,5	16	20	25
4	20	25	35
6	25	35	50
10	35	50	63
16	50	63	80
25	63	80	100

Grupa 1. Vodovi položeni u cijevi, uključivši i zaštitne vodiče, npr. P, P/F...

Grupa 2. Instalacijski vodovi koji nisu položeni u cijevima npr. PP, PP/R...

Grupa 3. Jednožilni vodovi položeni slobodno u zraku na međusobnom razmaku jednakom najmanje njihovom promjeru. Jednožilni spojni vodovi u razvodnim ormarima.

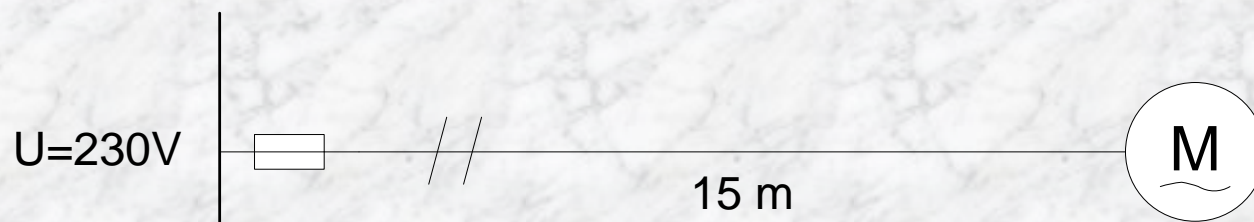
* ukoliko grupa nije navedena u zadatku, koriste se vrijednosti iz tablice za grupu 2.

NAPOMENA:

Ukoliko se pri izračunu potrebnog presjeka vodiča za strujni krug rasvjete dobije potrební presjek A koji je manji od $1,5 \text{ mm}^2$, uvijek se uzima minimalno presjek od $1,5 \text{ mm}^2$ (zakonodavstvo). Ukoliko izračun pokaže da je potreban veći presjek od $1,5 \text{ mm}^2$, odabire se izračunati presjek.

Ukoliko se pri izračunu potrebnog presjeka vodiča za strujni krug opće namjene dobije potrební presjek A koji je manji od $2,5 \text{ mm}^2$, uvijek se uzima minimalno presjek od $2,5 \text{ mm}^2$ (zakonodavstvo). Ukoliko izračun pokaže da je potreban veći presjek od $2,5 \text{ mm}^2$, odabire se izračunati presjek.

1. Prema shemi na slici odrediti presjek spojnog vodiča, nazivnu struju osigurača i napon na priključnicama trošila.



$$P = 4\text{ kW}$$

$$\cos \varphi = 0,8$$

$$\eta = 0,82$$

$$I_p = 1,8 I_n$$

$$P' = \frac{P}{\eta} = \frac{4000}{0,82} = 4878 \text{ W} \quad * \text{ Izračun djelatne snage (električne) iz mehaničke snage koja je zadana}$$

$$I_n = \frac{P'}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{4878}{230 \cdot 0,8} = 26,51 \text{ A} \quad * \text{ Izračun nazivne struje}$$

$$I_p = 1,8 I_n = 1,8 \cdot 26,51 = 47,72 \text{ A} \quad * \text{ Izračun potezne struje (preko koeficijenta)}$$

$$I_{on} = 50 \text{ A} \quad * \text{ Odabir nazivne struje osigurača (prva veća standardna vrijednost iz tablice, grupa 2)}$$

$$A = 10 \text{ mm}^2 \quad * \text{ Odabir presjeka vodiča, prema nazivnoj struji zaštitnog organa, grupa 2 (za 50 A)}$$

$$P_{\max} = U \cdot I_p \cdot \cos \varphi = 230 \cdot 47,72 \cdot 0,8 = 8780,48 \text{ W} \quad * \text{ Izračun maksimalne djelatne snage (potezna struja!!!)}$$

$$u = 100 \cdot \frac{\rho}{A} \cdot \frac{2 \cdot \ell \cdot P_{\max}}{U^2 \cdot \cos \varphi} \quad \rho_{Cu} = 0,0176 \Omega \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} \quad u = 100 \cdot \frac{0,0176}{10} \cdot \frac{2 \cdot 15 \cdot 8780,48}{230^2 \cdot 0,8} = 1,095 \% \quad * \text{ Izračun postotnog pada napona}$$

$$\Delta u = \frac{u}{100} \cdot U = \frac{1,095}{100} \cdot 230 = 2,52 \text{ V} \quad * \text{ Izračun apsolutnog pada napona}$$

$$U_T = U - \Delta u = 230 - 2,52 = 227,48 \text{ V}$$

* Izračun napona na trošilu

Presjek vodiča Cu mm ²	Nazivna struja zaštitnog organa A		
	Grupa I	Grupa II	Grupa III
0,75	-	6	10
1	6	10	16
1,5	10	16	20
2,5	16	20	25
4	20	25	35
6	25	35	50
10	35	50	63
16	50	63	80
25	63	80	100

Grupa 1.

Grupa 2.

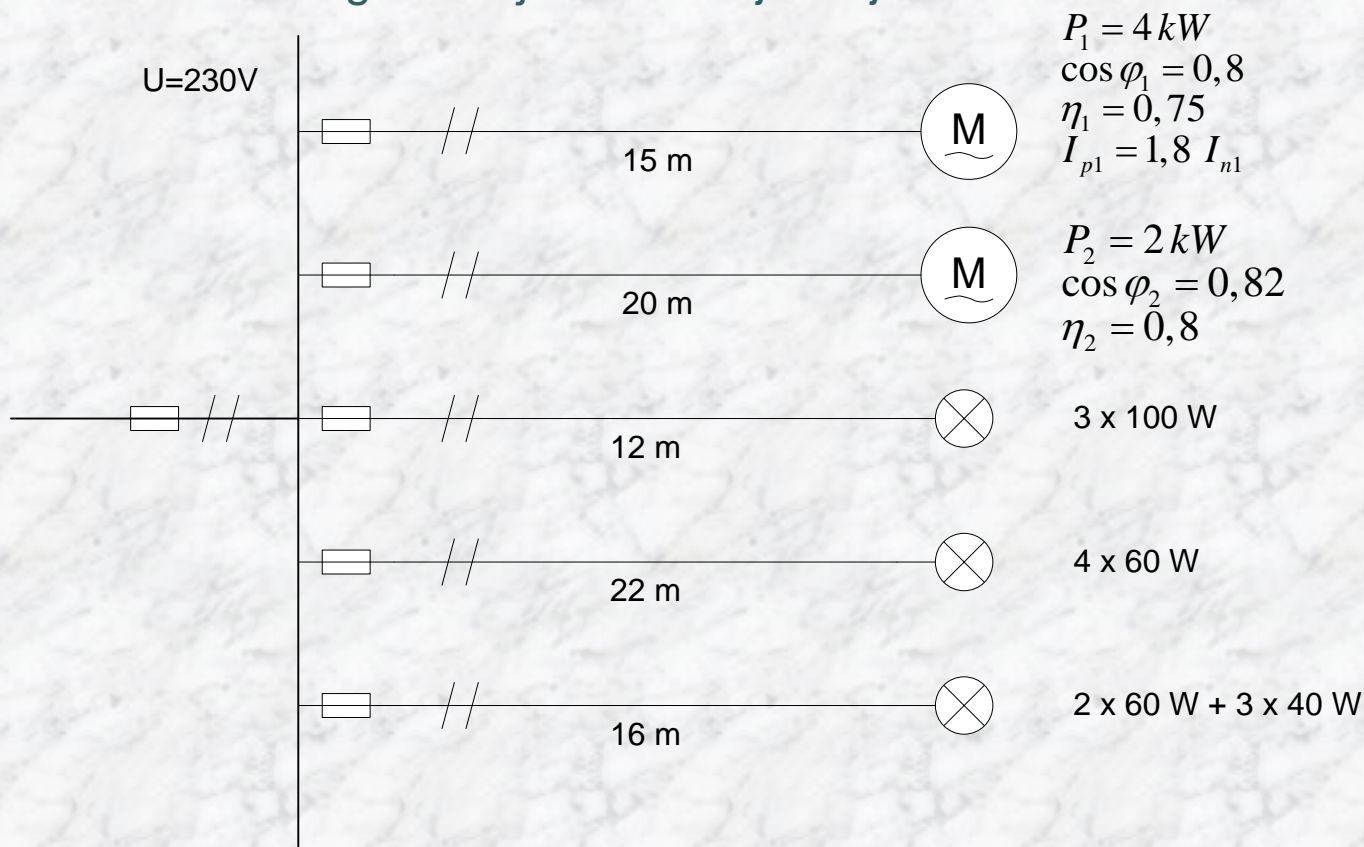
Grupa 3.

Vodovi položeni u cijevi, uključivši i zaštitne vodiče, npr. P, P/F...

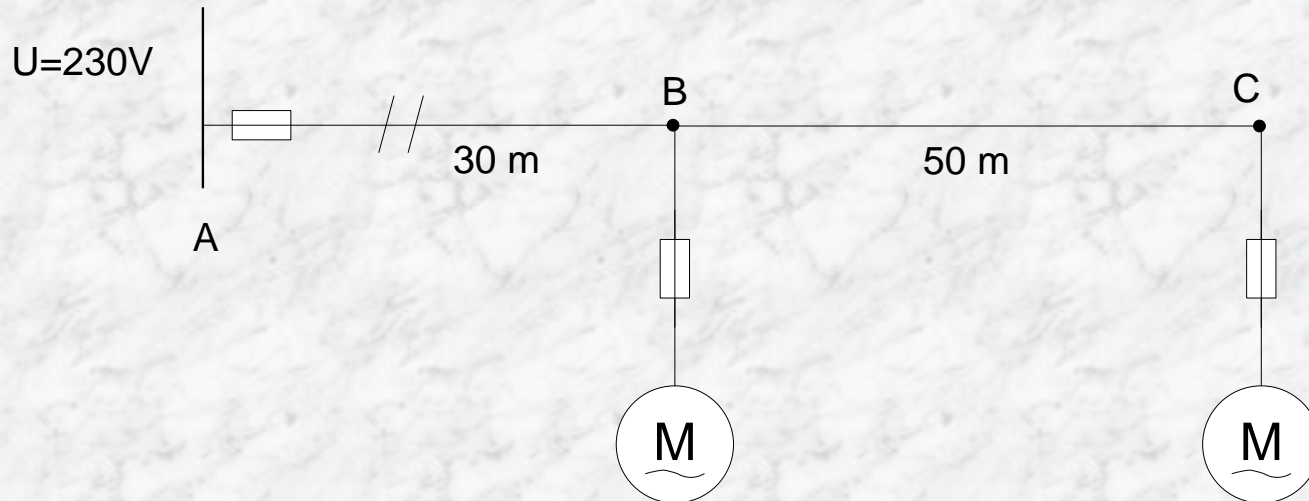
Instalacijski vodovi koji nisu položeni u cijevima npr. PP, PP/R...

Jednožilni vodovi položeni slobodno u zraku na međusobnom razmaku jednakom najmanje njihovom promjeru. Jednožilni spojni vodovi u razvodnim ormarima.

2. Prema shemi na slici odrediti presjek spojnih vodiča, nazivne struje osigurača te relativan i apsolutan pad napona svakog trošila. Izračunati ukupnu maksimalnu snagu. Priključni vodič je duljine 26 m.



3. Prema shemi na slici odrediti presjek spojnih vodiča, nazivne struje osigurača i pad napona svakog priključka.



$$\begin{aligned}P_1 &= 3 \text{ kW} \\ \cos \varphi_1 &= 0,8 \\ \eta_1 &= 0,8 \\ I_{p1} &= I_{n1}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_2 &= 6 \text{ kW} \\ \cos \varphi_2 &= 0,85 \\ \eta_2 &= 0,85 \\ I_{p2} &= I_{n2}\end{aligned}$$

$$P'_1 = \frac{P_1}{\eta_1} = \frac{3000}{0,8} = 3750 \text{ W}$$

$$P'_2 = \frac{P_2}{\eta_2} = \frac{6000}{0,85} = 7059 \text{ W}$$

* Izračun djelatne snage (električne) iz mehaničke snage koja je zadana

$$I_{n1} = \frac{P'_1}{U \cdot \cos \varphi_1} = \frac{3750}{230 \cdot 0,8} = 20,38 \text{ A}$$

$$I_{n2} = \frac{P'_2}{U \cdot \cos \varphi_2} = \frac{7059}{230 \cdot 0,85} = 36 \text{ A}$$

* Izračun nazivne struje (jednaka je poteznoj jer nije navedeno drugačije)

$$I_{on} = 25 \text{ A}$$

$$I_{on2} = 50 \text{ A}$$

* Odabir nazivne struje osigurača (prva veća standardna vrijednost iz tablice, grupa 2)

$$I_n = I_{n1} + I_{n2} = 20,38 + 36 = 56,38 \text{ A}$$

* Izračun nazivne struje kroz glavni osigurač

$$I_{on} = 63 \text{ A}$$

* Odabir nazivne struje glavnog osigurača (prva veća standardna vrijednost iz tablice, grupa 2)

$$A = 16 \text{ mm}^2$$

- Odabir presjeka vodiča, prema nazivnoj struji zaštitnog organa, grupa 2 (za 63 A)
- OVO JE PRESJEK ZA CIJELOKUPNU INSTALACIJU !!!

$$u_{AC} = 100 \cdot \frac{\rho}{A} \cdot \frac{2 \cdot [l_{AB} \cdot (P_{1\max} + P_{2\max}) + l_{BC} \cdot P_{2\max}]}{U^2 \cdot \cos \varphi}$$

$$u_{AC} = 100 \cdot \frac{0,0176}{16} \cdot \frac{2 \cdot (30 \cdot 10809 + 50 \cdot 7059)}{230^2 \cdot 0,85} = 3,32 \%$$

$$u_{AB} = 100 \cdot \frac{0,0176}{16} \cdot \frac{2 \cdot 30 \cdot 10809}{230^2 \cdot 0,85} = 1,59 \%$$

$$u_{BC} = u_{AC} - u_{AB} = 3,32 - 1,59 = 1,73 \%$$

$$\Delta u_{AC} = \frac{u_{AC}}{100} \cdot U_n = \frac{3,32}{100} \cdot 230 = 7,64 \text{ V}$$

$$\Delta u_{AB} = \frac{u_{AB}}{100} \cdot U_n = \frac{1,59}{100} \cdot 230 = 3,66 \text{ V}$$

$$\Delta u_{BC} = \Delta u_{AC} - \Delta u_{AB} = 7,64 - 3,66 = 3,98 \text{ V}$$

* Izračun napona na trošilu

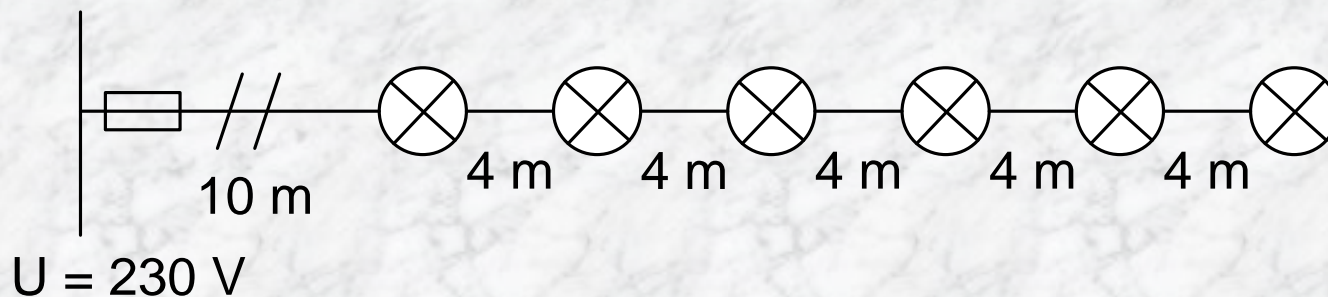
* Izračun maksimalne djelatne snage (potezna struja!!!)

* Izračun postotnog pada napona

* Izračun apsolutnog pada napona

* Izračun napona na trošilu

4. Strujni krug u radionici sastoji se od šest žarulja po 100 W. Razmak između žarulja je 4 m, a do prve žarulje je 10 m. Napon je 230 V. Odrediti presjek vodiča, postotnu razliku napona na kraju strujnog kruga i nazivnu struju rastalnog osigurača.



$$\sum (l \cdot P) = 600 \cdot 10 + 500 \cdot 4 + 400 \cdot 4 + 300 \cdot 4 + 200 \cdot 4 + 100 \cdot 4 = 12000 \text{ Wm}$$

$$I_n = \frac{P}{U} = \frac{600}{230} = 2,6 \text{ A}$$

$$I_{0n} = 6 \text{ A} \quad A = 1,5 \text{ mm}^2$$

$$u = 100 \cdot \frac{\rho}{A} \cdot \frac{2 \cdot \sum (l \cdot P)}{U^2}$$

$$u = 100 \cdot \frac{0,0176}{1,5} \cdot \frac{2 \cdot 12000}{230^2} = 0,53 \%$$

$$\Delta u = \frac{u}{100} \cdot U = \frac{0,53}{100} \cdot 230 = 1,219 \text{ V}$$

5. Prema shemi na slici odrediti presjek spojnog vodiča, nazivnu struju osigurača i napon koji je na trošilu.



$$P' = \frac{P}{\eta} = \frac{7500}{0,85} = 8824 \text{ W} \quad * \text{ Izračun djelatne snage (električne) iz mehaničke snage koja je zadana}$$

$$I_p = 5,4 \cdot \frac{P_1'}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi_1} = 5,4 \cdot \frac{8824}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,89} = 77,3 \text{ A} \quad * \text{ Izračun potezne struje (preko koeficijenta)}$$

$$I_{on} = 80 \text{ A} \quad * \text{ Odabir nazivne struje osigurača (prva veća standardna vrijednost iz tablice, grupa 2)}$$

$$A = 25 \text{ mm}^2 \quad * \text{ Odabir presjeka vodiča, prema nazivnoj struji zaštitnog organa, grupa 2 (za 80 A)}$$

$$P_{\max} = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 77,3 \cdot 0,89 = 47664 \text{ W} \quad * \text{ Izračun maksimalne djelatne snage (potezna struja!!!)}$$

$$u = 100 \cdot \frac{\rho}{A} \cdot \frac{\ell \cdot P_{\max}}{U^2 \cdot \cos \phi}$$

NAPOMENA

- primijetiti da se radi o trofaznom trošilu
- „ $\sqrt{3}$ ” u izrazu za snagu
- „2” izostaje iz izraza za postotni pad napona

$$u = 100 \cdot \frac{0,0176}{25} \cdot \frac{25 \cdot 47664}{400^2 \cdot 0,89} = 0,59 \% \quad * \text{ Izračun postotnog pada napona}$$

$$\Delta u = \frac{u}{100} \cdot U_n = \frac{0,59}{100} \cdot 400 = 2,36 \text{ V} \quad * \text{ Izračun apsolutnog pada napona}$$

$$U_T = U - \Delta u = 400 - 2,36 = 397,64 \text{ V} \quad * \text{ Izračun napona na trošilu}$$

6. Odrediti duljinu voda presjeka 10 mm^2 (Cu) koji je na kraju opterećen s $13,9 \text{ kW}$, $\cos\varphi = 1$ uz dopušteni pad napona 3% nazivnog napona 400 V .

7. Prema shemi na slici odrediti presjek spojnih vodiča, nazivne struje osigurača i pad napona svakog priključka.

