

VIII. ROZVOD ELEKTRICKÉ ENERGIE

VIII — 1. ELEKTRICKÉ SÍŤE

Příklad 4. V nástrojárně kovodělného závodu mají být instalovány obráběcí stroje s celkovým příkonem elektromotorů $P_p = 50 \text{ kW}$ při $U = 380 \text{ V}$, $\cos \varphi = 0,6$. Na jaký proud I musí být dimenzovány přívody při součiniteli náročnosti $\beta = 0,22$?

Řešení. Vypočteme fázový proud, který násobíme součinitelem β .

$$I = \frac{P_p \cdot 10^3}{1,73 \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{50 \cdot 10^3}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,6} = 127 \text{ [A]}.$$

$$I = 127 \cdot 0,22 = 28 \text{ [A]}$$

Součinitelem β je brán zřetel na vytižení motorů, protože obvykle nejsou všechny motory v dílně plně zatíženy a také nebývají současně v provozu. Hodnoty součinitelů β s ohledem na charakter a druh provozu jsou uvedeny v technických tabulkách.

Příklad 6. Veřejná budova vzdálená 500 m od napájecího bodu má být jednofázově připojena na síť 220 V hliníkovým vedením s měrnou vodivostí $\gamma = 35$. Jaký musí být průřez S vedení, nemá-li úbytek napětí překročit 15 V a je-li přenášen výkon $P = 5 \text{ kW}$?

Řešení. Výpočet lze provést postupně užitím základních vztahů (po výpočtu odporu R vedení). Výhodnější je stanovit úbytek napětí u (%) a vypočítat průřez vedení přímo podle vzorce

$$S = \frac{2 \cdot l \cdot P \cdot 10^5}{\gamma \cdot u \cdot U^2} \quad [\text{mm}^2; \text{m, kW, \%}, \text{V}]$$

Vypočteme úbytek napětí v procentech:

$$u = 15 \text{ V} : 2,2 \text{ V} = 6,82 \%$$

$$S = \frac{2 \cdot 500 \cdot 5 \cdot 10^5}{35 \cdot 6,82 \cdot 220^2} = \frac{5 \cdot 10^8}{35 \cdot 6,82 \cdot 4,84 \cdot 10^4} = \frac{50\,000}{1\,155} = 43,3 \quad [\text{mm}^2]$$

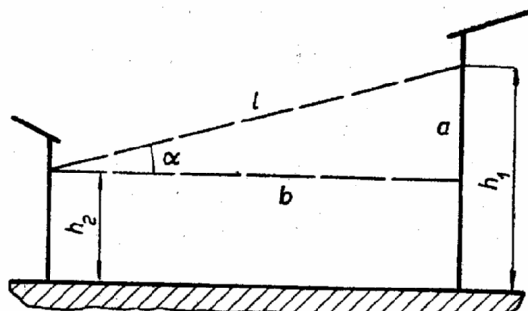
— zvolíme normalizovaný průřez 50 mm^2 .

Je-li odběr elektrické energie udán velikostí proudu I , platí pro výpočet průřezu vztah

$$S = \frac{200 \cdot \rho \cdot l \cdot I}{u \cdot U} \quad [\text{mm}^2; \text{m, A, \%}, \text{V}].$$

22. Celkový příkon strojů mechanické dílny $P_p = 120 \text{ kW}$. Na jaký proud I je třeba dimenzovat přívodní vedení, jestliže $U = 380 \text{ V}$, $\cos \varphi = 0,65$ a součinitel náročnosti $\beta = 0,3$?
23. Elektrická síť je vedena napříč ulice o šířce $b = 14 \text{ m}$ a spojuje konzoly s izolátory ve výškách $h_1 = 16 \text{ m}$ a $h_2 = 5,8 \text{ m}$ nad zemí

(obr. VIII-7). Kolik m vodiče je třeba zajistit pro dvojité vedení, počítáme-li s přídavkem 1,5 %?



Obr. VIII-7

24. V lomu je skalní stěna vysoká 34 m. Vypočtete délku kabelové přípojky, vedené nahoru pod úhlem 55° .
25. Vypočtete délku drátů vedených napříč ulice 16 m široké, jestliže $h_1 = 15,4 \text{ m}$, $h_2 = 7,3 \text{ m}$ a činí-li přídavek na pronesení a vázání vodičů 5 % (obr. VIII-7).
26. Do provozovny vzdálené 570 m od napájecího bodu má se přenášet výkon $P = 3 \text{ kW}$ při napětí $U = 220 \text{ V}$. Vypočtete průřez S měděného vedení ($\gamma = 57$), činí-li úbytek napětí 20 V.
27. Spotřebič vzdálený 100 m od napájecího bodu má dostávat proud $I = 5 \text{ A}$ při $U = 220 \text{ V}$ a úbytku napětí $u = 5 \%$. Jaký musí být průřez S měděného vodiče?
28. Jednofázová přípojka rodinného domku má délku 500 m a odbočuje ze sítě 220 V. Vypočtete průřez S měděného vedení, je-li celkový příkon spotřebičů 6 kW a úbytek napětí 4 %.

Příklad 7. Jaký průřez S musí mít měděné přívodní vodiče k elektromotoru s příkonem $P_p = 10 \text{ kW}$ při $U = 380 \text{ V}$, $\cos \varphi = 0,8$, jestliže vzdálenost motoru od napájecího bodu je 100 m a úbytek napětí $u = 4 \%$?

Řešení. Ze vzorce pro třífázový střídavý výkon vypočteme proud:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{10\,000}{1,732 \cdot 380 \cdot 0,8} = 19 \text{ [A]}$$

Průřez vodiče můžeme určit postupně (užitím základních vztahů). Výhodnější je použít přímý výpočet podle vzorce:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 10^2 \cdot \rho \cdot l \cdot I \cdot \cos \varphi}{U \cdot u} \quad [\text{mm}^2; \text{m}, \text{A}, \text{V}]$$

$$S = \frac{1,732 \cdot 0,0175 \cdot 100 \cdot 19 \cdot 0,8}{380 \cdot 4} = \frac{4,6}{1,52} \approx 3 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Použijeme normalizovaný průřez $S = 4 \text{ mm}^2$.

Příklad 8. Proud $I = 100$ A má se převádět hliníkovým vedením na vzdálenost 100 m. Jaký průřez S musí mít trojfázové vedení, jestliže $U = 380$ V, $\cos \varphi = 0,8$, úbytek napětí $u = 19$ V a měrná vodivost $\gamma = 30$?

Řešení. Pro výpočet průřezu S můžeme použít vzorec

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot l \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot u} \quad [\text{mm}^2; \text{A}, \text{m}, \text{V}]$$

$$S = \frac{1,732 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 0,8}{30 \cdot 19} = \frac{1,386 \cdot 10^4}{570} = 24,3 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Použijeme normalizovaný průřez 25 mm².

Hodnotu γ ve jmenovateli vzorce můžeme nahradit hodnotou měrného odporu ρ v čitateli vzorce, protože $\rho = \frac{1}{\gamma}$.

Příklad 9. Výkon $P = 1$ MW má se přenášet na vzdálenost 25 km při napětí $U = 22$ kV a účinnosti $\cos \varphi = 0,8$. Jaký musí být průřez S hliníkových vodičů ($\rho = 0,029$) při dovoleném úbytku na výkonu $p = 7$ %?

Řešení. Ze vztahu pro třífázový střídavý výkon vypočteme proud I :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{1\,000}{1,732 \cdot 22 \cdot 0,8} = 32,8 \text{ [A]}$$

Výpočet S můžeme provést postupně (užitím základních vzorců) nebo počítat přímo podle tzv. vzorce „D“:

$$S = \frac{100 \cdot \rho \cdot P \cdot l}{U^2 \cdot \cos^2 \varphi \cdot p} \quad [\text{mm}^2; \text{kW}, \text{km}, \text{kV}]$$

$$S = \frac{100 \cdot 0,029 \cdot 1\,000 \cdot 25}{22^2 \cdot 0,8^2 \cdot 7} = \frac{7,25 \cdot 10^4}{2,168 \cdot 10^3} = 33,4 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Zvolíme normalizovaný průřez $S = 35$ mm².

Stanovení základních parametrů pro řešení elektrických rozvodných sítí usnadňují v praxi různé grafické početní pomůcky. Nejčastěji užívané jsou nomogramy.

29. Trojfázovým vedením teče proud $I = 200$ A na místo vzdálené 190 m při $U = 380$ V, $\cos \varphi = 0,75$. Jaký musí být průřez vodičů při 5% úbytku napětí a měrné vodivosti 30?
30. Hospodárnost přenosu elektrické energie posuzujeme podle ztrát na výkonu. Kolik procent výkonu se ztrácí při přenosu výkonu $P = 150$ kW na vzdálenost 400 m, jestliže $U = 220$ V, $S = 10$ mm², $\rho = 0,0175$? Pro přímý výpočet platí vztah:
- $$P_z = \frac{200 \cdot \rho \cdot l \cdot P}{S \cdot U^2} \quad [\%; \text{m}, \text{W}, \text{mm}^2, \text{V}]$$
31. Elektromotor vzdálený 150 m od napájecího bodu má příkon $P_p = 25$ kW při $U = 380$ V, $\cos \varphi = 0,82$. Vypočtěte průřez S měděného přívodního vedení při úbytku napětí 5 %.
32. Trojfázovým vedením 3×22 kV má se přenášet výkon $P = 2\,000$ kW na vzdálenost $l = 26$ km při účinnosti $\cos \varphi = 0,8$. Použijeme vodiče Alfe 6 ($\gamma = 30$). Jaký musí být průřez S vodičů, jestliže ztráty nemají být větší než 5 %?
33. Na třífázové vedení je zapojen spotřebič o příkonu 30 kW, přitom $U = 380$ V, $\cos \varphi = 0,7$. Jaký průřez musí mít vedení, jestliže $l = 100$ m, $\rho = 0,0175$ a úbytek napětí $u = 4$ %?
34. Výkon $P = 100$ kW má se přenášet měděným vedením 700 m dlouhým při $U = 500$ V, $\cos \varphi = 0,85$. Vypočtěte průřez S vedení, jestliže
- ztráta na výkonu nemá být větší než $p = 5$ %.
 - ztráta na napětí nemá být větší než $u = 5$ %.