

# Lustr zapojený na tři fáze

František Majda, elektrotechnik, Popovice u Kroměříže

Při rekonstrukci osvětlení sálu a jeviště kulturního domu bylo požadováno ponechat osvětlení sálu centrálním stropním svítidlem – lustrem, přestože z nynějšího hlediska by bylo vhodné zvolit k osvětlení jiné, úspornější zdroje světla. Kulturní dům postavili občané s věpomocí koncem padesátých let minulého století. Z té doby pochází i zmíněný lustr s 28 žárovkami. K jeho zapínání byla na jevišti rozvodná skříň o rozměru 50 × 50 cm. Lustr se zapínal vypínačem přes soustavu pojistek a třífázový stykač s využitím jedné fáze. Lustr již prošel rekonstrukcí.

## Elektroinstalace lustru

Lustr má jedno středové svítidlo o výkonu 60 W, vnitřní kruh s devíti žárovkami po 100 W a vnější kruh s osmnácti žárovkami také po 100 W. Jeho celkový příkon je 2 760 W. Příkon tohoto lustru byl v době rekonstrukce stejný jako příkon veřejného osvětlení v obci. Velký příkon lustru měl mnohé nedostatky, proto jsem se rozhodl pro třífázové napájení, laik by řekl na 400 V.

Nevýhody jednofázového napájení byly tyto:

- velký proud až 12 A, to je dvakrát více, než je jmenovitý proud běžného instalačního vypínače,
- velký úbytek napětí na vedení, daný velkým příkonem, a tím velký pokles světelného toku,
- možný výpadek světla při zkratu v jedné žárovce, což je častá závada při zapínání žárovek,
- nemožnost řídit světelný tok lustru,
- velký příkon způsoboval nesymetrii v zapojení instalace a velký proud v nulovém vodiči,
- složité zapínací zařízení, ovládání pouze z jeviště.

Přívod k lustru byl veden kabelem Al 4 mm<sup>2</sup> v délce 20 m. Změřená impedance proudové smyčky napájející lustr měla hodnotu 0,9 Ω, z toho impedance fázového vodiče 0,5 Ω a nulového vodiče 0,4 Ω. Impedance hliníkového kabelu v délce 20 m o průřezu 4 mm<sup>2</sup> je 0,285 Ω. To znamená, že při proudu 12 A vznikl úbytek napětí v lustru:

$$\Delta U = (0,9 + 0,285) \times 12 = 14 \quad (\text{V}; \Omega, \text{A})$$

Takový úbytek napětí, popř. i s nevhodně zvolenými žárovkami, např. při použití žáro-

vek na jmenovité napětí 240 V, způsobí při poklesu napětí na žárovkách o 10 % pokles světelného toku o 30 %. Aby bylo zároveň možné regulovat intenzitu osvětlení, byl lustr nově zapojen tak, že ho lze zapínat po čas-

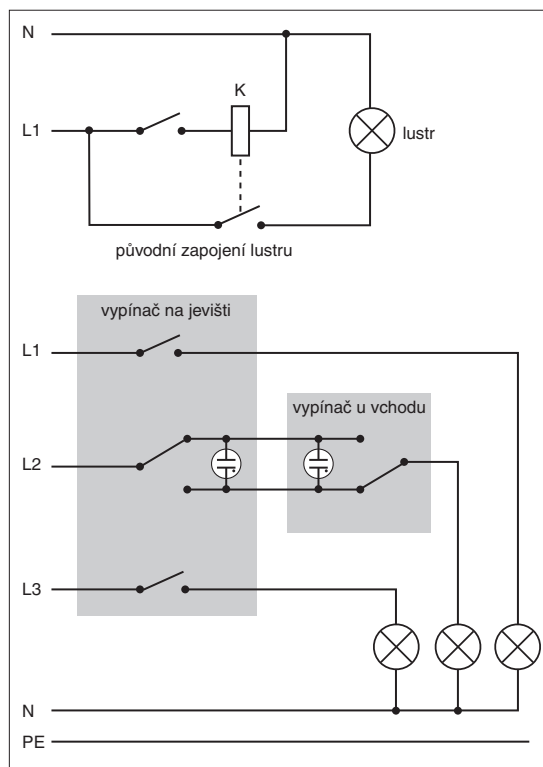


Schéma zapojení lustru do tří fází

tech (obr.). Bylo zvoleno symetrické zapojení. Vnitřní kruh s 9 + 1 žárovkou tvoří jednu třetinu lustru. Zbývající část, vnější kruh s osmnácti žárovkami, je rozdělena na dvě poloviny (9 + 9 žárovek), a to tak, že žárovky jsou zapojeny ob jednu na stejnou fázi. Lustr je zapojen do pětipólové přívodní svorkovnice: PE, N, L1, L2, L3. Přívod je kabelem CYKY 5 × 1,5 mm<sup>2</sup>. Rozdělení příkonu na třetiny umožňuje zapínání běžným spínačem. Z jeviště se lustr ovládá třemi spínači. Prostředním spínačem, na schématu zapojeným ve fázi L2, se zapne vnitřní kruh, a to buď z jeviště, nebo od vchodových dveří do sálu. Spínač je prosvětlen signalizační doutnavkou, má kryt s průzorem. Přívod pro lustr je jištěn jističem se jmenovitou hodnotou 6 A, s vypínací charakteristikou B. Rozdělením výkonu do tří fází se zmenší proud v každé fázi na třetinu původní hodnoty, tím se sníží i úbytek napětí na třetinu. Je-li zapnuta jedna třetina lustru, úbytek napětí na lustru je:

$$\Delta U = (0,5 + 0,4 + 0,238 + 0,238) \times 4 = 5,5 \quad (\text{V}; \Omega, \text{A})$$

Je-li zapnutý celý lustr, odpadá úbytek napětí na nulovém vodiči a uplatňuje se pouze ztráta na fázovém vodiči:

$$\Delta U = (0,5 + 0,238) \times 4 = 2,9 \quad (\text{V}; \Omega, \text{A})$$

Velký počet žárovek v jedné fázi (před rekonstrukcí všech 28 žárovek v celém lustru) způsobuje proudový náraz. Odpor vlákna žárovky má při teplotě 20 °C asi třináctkrát menší hodnotu než při provozní teplotě, což lze změřit ohmmetrem. Proud se na jmenovitou hodnotu ustálí během několika period. Tento náraz může způsobit výpadek jističe, je-li jeho proud shodný s proudem žárovky. Řešením je použít jistič s větší proudovou hodnotou, popř. jistič s charakteristikou C nebo D. Tento postup však není vhodný tam, kde je hlavní jistič svou proudovou hodnotou blízký jističi spotřebiče. Protože v původním zapojení lustru byly použity pojistky s velkou proudovou hodnotou a hlavní jistič měl rovněž velkou hodnotu, neomezoval nárazový proud lustru jeho provoz. Zřejmě by pro jednofázově zapojený lustr musel být použit jistič 16 nebo 20 A, což v běžné instalaci není vhodné.

Je-li uvažován proudový náraz, tento mohl při jednofázovém zapojení dosáhnout hodnoty:

$$I = 230 / (0,5 + 0,4 + 0,285 + 1,47) = 86 \quad (\text{A}; \text{V}, \Omega)$$

Nárazový proud při třífázovém zapojení pak bude:

$$I = 230 / (0,5 + 0,4 + 0,476 + 4,2) = 41 \quad (\text{A}; \text{V}, \Omega)$$

Při zapínání žárovek často dochází vlivem velkého nárůstu proudu k přerušení vlákna žárovky v jeho nejslabším místě a vlivem ionizace ke vzniku oblouku. Tím skokem vzroste proud v obvodu, v důsledku čehož vybaví jistič. V daném případě by tento proud dosáhl hodnoty přibližně 150 A, neboť činný odpor oblouku je jen několik desetin ohmu. Tento proud je blízký proudu zkratovému, který by mohl vzniknout např. v objímce.

## Zhodnocení zapojení

Třífázové zapojení, protože využívá všech fázových vodičů, má vždy menší úbytek napětí, a tím i ztráty. Nemá tedy smysl příliš zvětšovat průřez přívodního vedení. V daném objektu byla po přístavbě předsálí na počátku 70. let dvacátého století zřízena částečně nová elektroinstalace. Od HDS po elektroměr byl použit kabel AYKY 4 × 35 mm<sup>2</sup>, v ulici je vzdušná síť 50 mm<sup>2</sup> a přípojka je provedena závěsným kabelem AYKYz 4 × 16 mm<sup>2</sup>. Zesílený přívod od HDS po elektroměr je v podstatě o 100 % předimenzován, ale ztráty na vedení tím nepoklesly na polovinu. Třífázovému zapojení dávám vždy přednost. ☒