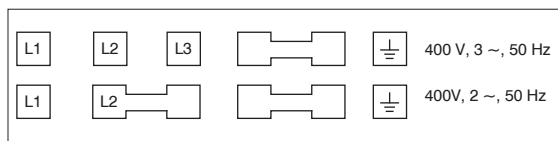


Jiné zapojení elektrického sporáku

František Majda, elektromontér

Úvod

Když jsem v roce 2000 navštívil své známé v jednom švýcarském městě, v jejich bytě v nájemním domě byla právě dokončena rekonstrukce kuchyně. Majitel tohoto domu se šesti byty se rozhodl pro stavební úpravu všech kuchyní a nahradil stávající plynový sporák novým, v současné době moderním elektrickým sporákem se sklokeramickou deskou. Hospodyně, zvyklá do té doby na přípravu jídla na plyn, se s touto změnou dlouho nemohla smířit, protože ačkoliv sklokeramický povrch je lepší než sporák s litinovými koly, má jistou dobu tepelné setrvačnosti. Je třeba se na něm naučit vařit tak, že před dohotovením jídla se předčasně snižuje výkon, nebo se sporák předem vypne.

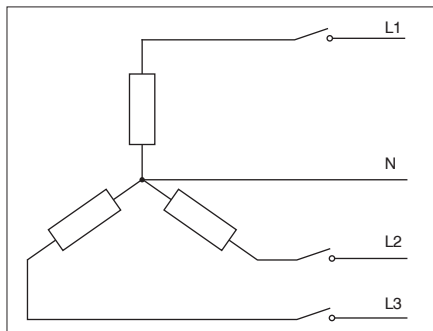


Obr. 1. Připojovací schéma sporáku

I když my elektrotechnici bychom nejraději měli vše elektrické! Plynový sporák byl jediným plynovým spotřebičem v bytě (plynoměr byl umístěn pod dřezem). Zrušením tohoto spotřebiče již nebyl majitel domu nucen vykonávat pravidelné revize plynové instalace. Ne všichni v domě to uvítali s radostí – elektřina je dražší, avšak čištění sklokeramického sporáku snazší.

Rekonstrukce kuchyně z hlediska elektrotechnika

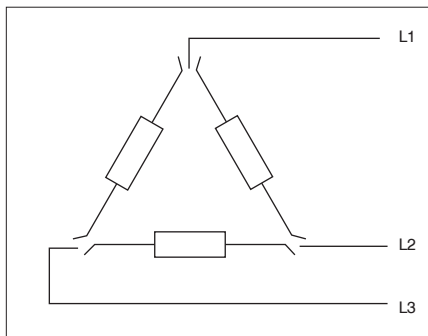
Mě jako elektrotechnika však celá rekonstrukce kuchyně zaujala zvláště po stránce elektrotechnické. Byty měly před rekonstrukcí jednofázový přívod, s elektroměry na centrální elektrometrové desce ve sníženém přízemí, v „kolárně“. V samotném bytě byla jen jednoduchá rozvodnice se třemi tavnými



Obr. 2. Obvyklé zapojení elektrického sporáku u nás

pojistkami o jmenovité hodnotě 10 A. Elektrické vedení pro kuchyni bylo pro dnešní spotřebiče nedostatečné, a často bylo nutné pojistku 10 A pro kuchyni měnit. Do bytů bylo nataženo nové řádné třífázové vedení a nové elektroměry umístěny na stejném místě. Protože rozvody v celém bytě jsou trubkové (a oni to tak dělají ve Švýcarsku dodnes), obešlo se natahování nových přívodů do bytů bez nutnosti sekání zdi. V bytě byla nově zabudována do zdi plastová rozvodnice velikosti 300 × 300 mm 24M (modulů), obsahující kromě příslušných jističů také čtyřpólový chránič 25/0,03 A. Avšak překvapení, ze kterého vyšel podnět k napsání tohoto článku, mě čekalo až po odejmutí krytu přístrojů. Totiž kabel pro sporák – u nás bychom ho nazvali CYKY 5 × 2,5 mm² – měl nezapojený nulový vodič, který byl stejně jako u nás modré barvy. Něco u nás neobvyklého, neboť naše sporáky na napětí 400/231 V je možné (s jistým omezením zapnutí všech topidel) provozovat i jednofázově (což není zrovna pohodlné).

Napadlo mě tedy, že jednotlivá topidla jsou na napětí 400 V. To se potvrdilo při nahlédnutí do návodu, kde je schéma elektrického připojení – viz obr. 1.



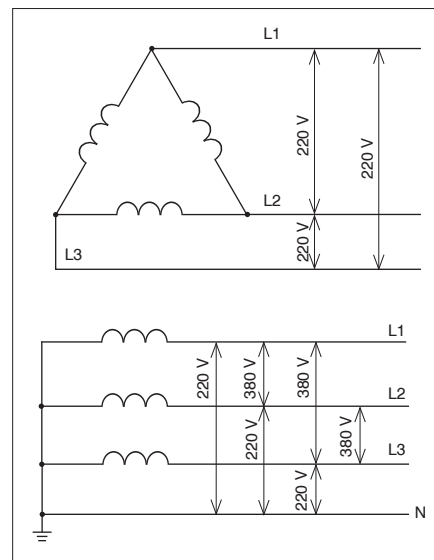
Obr. 3. Zapojení sporáku do trojúhelníku

Je to výhodné?

U našeho obvyklého systému zapojení do hvězdy (obr. 2) má každé topidlo začátek spojen do uzlu, s připojením na nulový vodič. Toto jiné popisované zapojení (obr. 3) má topná tělesa zapojena na sdružené napětí 400 V. Do sporáku jsem nenahlédl, ale domnívám se, že v poloze 0 se odepínají oba přívody. Výhodou připojení topidel na napětí 400 V je menší proud kontaktů přepínačů, a to 57,7 %, oproti zapojení na fázové napětí. Uvedený sporák má největší výkon při zapojení na velký gril, a to 3 000 W. Při napětí 400 V je to 7,5 A, což by při napětí 230 V bylo 13 A.

Proudy ve vedení – trochu historie

Napětová soustava 400/231 V, dříve 380/220 V, se vyvinula z izolované soustavy 3 × 220 V, zapojené do trojúhelníku (D). Zapojením do hvězdy (Y) a přidáním čtvrtého



Obr. 4. Soustava 3 × 220 V a 3 × 380/220 V TN-C

středního vodiče, dříve nulového (obr. 4), vznikla známá soustava TN-C. Ta umožňuje při stejných ztrátách přenášet větší výkon, protože napětí vzrostlo o součin s $\sqrt{3}$. Zároveň nebylo nutné měnit napětí jednofázových spotřebičů, což byla velká výhoda. Aby byly ztráty na vedení co nejmenší, je vhodné zapojovat jednotlivé jednofázové spotřebiče po-

Tab. 1. Poměrné ztráty na vedení

Ztráty	P_z	1/3	2/3	1
Soustava/zapojení	3 × 231 V/Y	0,66	1	1
Soustava/zapojení	3 × 400 V/Δ	0,22	0,55	1

kud možno rovnoměrně mezi tři fáze. Zapojíme-li sporák s jmenovitým napětím 400/231 V na napětí 1 × 231 V, budou ztráty při stejném průřezu na vedení šestkrát větší než při zapojení mezi tři fáze (obr. 5). Ztráty u třífázového zapojení jsou: $P_z = I^2 3l = I^2 \cdot 3 \cdot 1 = 3$, při jednofázovém připojení: $P_z = (3I)^2 \cdot 2l = 3^2 \cdot 2 \cdot 1 = 18$, při připojení jednofázového spotřebiče na sdružené napětí při stejném výkonu: $I \sqrt{3}$. Z toho vyplývají ztráty: $P_z = \sqrt{3}^2 \cdot 2l = 3 \cdot 2 \cdot 1 = 6$. Ztráty na vedení (stejného průřezu) jsou v poměru 18 : 6 : 3, po matematickém vykrácení 6 : 2 : 1.

Elektrický sporák je zapojen tak, aby při plném výkonu (tj. při zapojení všech topidel naplno) byl proud ve všech přívodních fázích vedení co nejvíce rovnoměrný. Při ideálním

rozdělení je proud ve vedení stejný, ať jde o zapojení do Y, nebo do D. Elektrický sporák není vždy zapojen na plný výkon. V tom případě je vhodné sledovat ztráty na vedení. Dejme si příklad ideálního rozdělení proudů po 10 A a vedení s činným odporem 1 Ω. Budeme-li provozovat sporák s jednou třetinou výkonu, při napětí 230 V budou ztráty: $P_z = I^2 \cdot 2 \cdot l = 10^2 \cdot 2 \cdot 1 = 200$ W. Při napětí 400 V budou ztráty:

$$P_z = \left(\frac{I}{\sqrt{3}} \right)^2 \cdot 2l = \left(\frac{10}{\sqrt{3}} \right)^2 \cdot 2 \cdot 1 = 66,66 \text{ W}$$

Při provozování na dvě třetiny výkonu potече při napětí 231 V stejný proud i nulovým vodičem (obr. 6): $P_z = I^2 \cdot 3 \cdot l = 10^2 \cdot 3 \cdot 1 = 300$ W. Při napětí 400 V (obr. 7) bude proud ve fázi L1 10 A, ve fázi L2 a L3:

$$I = \frac{10}{\sqrt{3}} \text{ A}$$

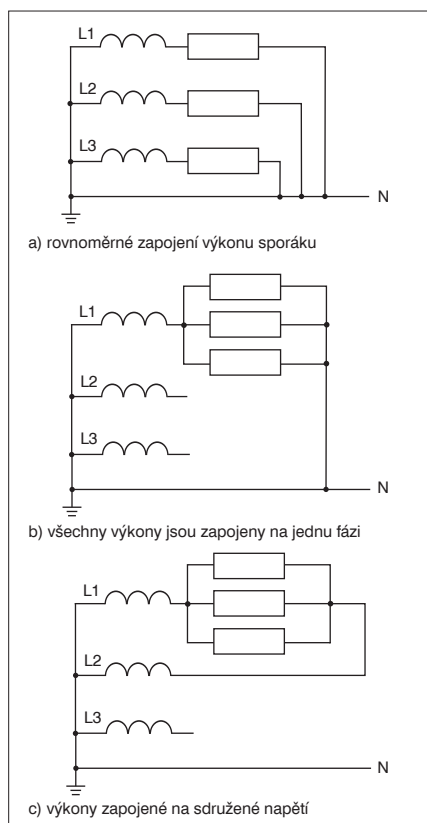
Ztráty tudíž budou:

$$P_z = 10^2 \cdot l + 2 \left(\frac{10}{\sqrt{3}} \right)^2 \cdot l = 10 + 2 \cdot 33,33 = 166,66 \text{ W}$$

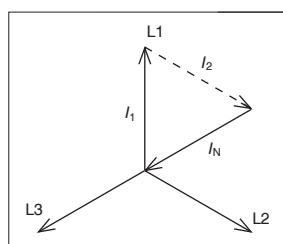
Při plném výkonu (tj. 1) je ztrátový výkon při zapojení do Y i do D stejný. Jestliže si ztráty po vykrácení vložíme do přehledné tabulky (tab. 1), uvidíme poměrné ztráty na vedení při různém zatížení a zapojení. Zapojení do D navíc lépe vyrovnává proud v přívodních vodičích při nesterých výkonech spotřebičů. Uvedený sporák má při zapojení velkého grilu o příkonu 3 000 W největší proud 7,5 A, což by při napětí 231 V bylo 13 A. Tento proud neteče nulovým vodičem. Proud v nulovém vodiči způsobuje mimo větší výkonové ztráty i jednu nepříjemnou věc, tzv. míhání světla žárovek. Proudový náraz vyvolává náhlý pokles napětí vlivem impedance vedení jednak na spotřebiči a jednak na žárovce Ž₁ (obr. 8). Naopak na druhé fázi napětí vzroste vlivem úbytku na nulovém vodiči. Tato nepříjemnost se zvláště projevuje na konci distribučního vedení nebo při dlouhém domovní připojení.

Shrnutí – porovnání

Uvedený sporák lze rovněž zapojit pouze na třívodičové vedení, tj. vodiče L1, L2 a PE



Obr. 5. Zapojení sporáku mezi tři fáze



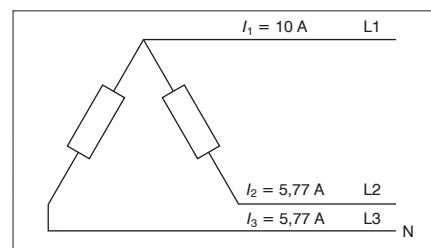
Obr. 6. Proud v nulovém vodiči při rovnoměrném zatížení dvou fází

(obr. 1). Při tomto zapojení (bude-li mít sporák ideálně rozdělené proudy ve fázích vždy 10 A) poteče vedením proud:

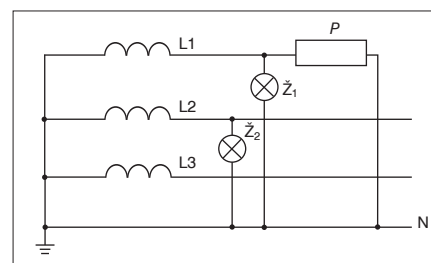
$$I = 3 \left(\frac{10}{\sqrt{3}} \right) = 17,32 \text{ A}$$

Sporák je možné zapojit na vedení Cu 3 × 2,5 mm² a jistiť ho jističem 16 A, neboť sporák není vždy využíván na plný výkon (s regulací na stupeň 6). Při zapojení používaném u nás by při napětí 231 V vedením tekla proud

30 A. Takto připojené sporáky lze v domech často vidět. Není na nich možné vařit, protože jistič často vypadá a přívodní vidlice a zásuvka bývají často opálené. U nás se až do poloviny 90. let dvacátého století prováděly elektroinstalace úsporným a nebezpečným způsobem, tj. sloučením vodiče PE a N do jediného – PEN. Při rekonstrukci domovní instalace může být obtížné vyměnit čtyř-



Obr. 7. Proud ve fázových vodičích při zapojení dvou stejných výkonů na sdružené napětí



Obr. 8. Míhání světla žárovek Ž₁ a Ž₂ vlivem nárazu spotřebiče P

vodičový přívod pro sporák za pětivodičový. Kuchyně může být již dříve obložena drahou keramikou nebo dřevem a majiteli bytu může záležet na jeho neporušeném stavu. Čtyřvodičový přívod by nevyhovoval ani pro zapojení proudového chrániče. Zde se jeví jako ideální zapojení sporáku bez nulového vodiče – do D. U nás se takto zapojené sporáky neprodávají.

Poznámka k rekonstrukci v bytech v popísaném domě ve Švýcarsku:

Při rekonstrukci byla nově provedena pouze elektroinstalace kuchyně. Ostatní místnosti byly připojeny bez problému do nové bytové rozvodnice. Bylo to snadné – instalace vodiče PE a N byly vždy řádně prováděny – a navíc hliník v elektroinstalacích neznají. □