

7. Základy ochrany před úrazem elektrickým proudem

Častý laický názor zní: „Zapojení elektrických přístrojů – spínačů, zásuvek prodlužovacích šňůr je tak jednoduché, že ho bez problému zvládne každý.“

Tento názor je velice nebezpečný, protože v případě chybného zapojení či opravy je elektrické zařízení schopné nejen zničit svoji část, ale i založit požár či způsobit úraz, a v nejhorším případě může způsobit i smrt.

Znázornění možnosti úrazu elektrickým proudem od domácích elektrických spotřebičů

Nebezpečí úrazu elektrickým proudem tkví především v účincích elektrického proudu na správnou činnost srdce (možnost vzniku fibrilací). Čím je elektrický proud procházející lidským tělem větší, tím je i vyšší pravděpodobnost škodlivých účinků – viz obr. 13. Z obrázku 13 je patrné, že kromě velikosti elektrického proudu procházejícího lidským tělem je nutno brát v úvahu i dobu jeho působení.

- 1 – oblast obvykle bez reakce;
- 2 – oblast obvykle bez patologických nebezpečných účinků;
- 3 – oblast obvykle bez nebezpečí fibrilací srdce;
- 4 – oblast s vysoce pravděpodobnou fibrilací srdce.

Na obrázku 13 je vidět, jakou funkci plní proudový chránič v oblasti ochrany zdraví. Zůstává však otázka, jaký proud by zhruba mohl protéci lidským tělem, pokud by nepůsobila žádná ochrana

pozor!

ČÍM JE ELEKTRICKÝ PROUD
PROCHÁZEJÍCÍ LIDSKÝM
TĚLEM VĚTŠÍ, TÍM JE I VYŠŠÍ
PRAVDĚPODOBNOST
ŠKODLIVÝCH ÚČINKŮ.

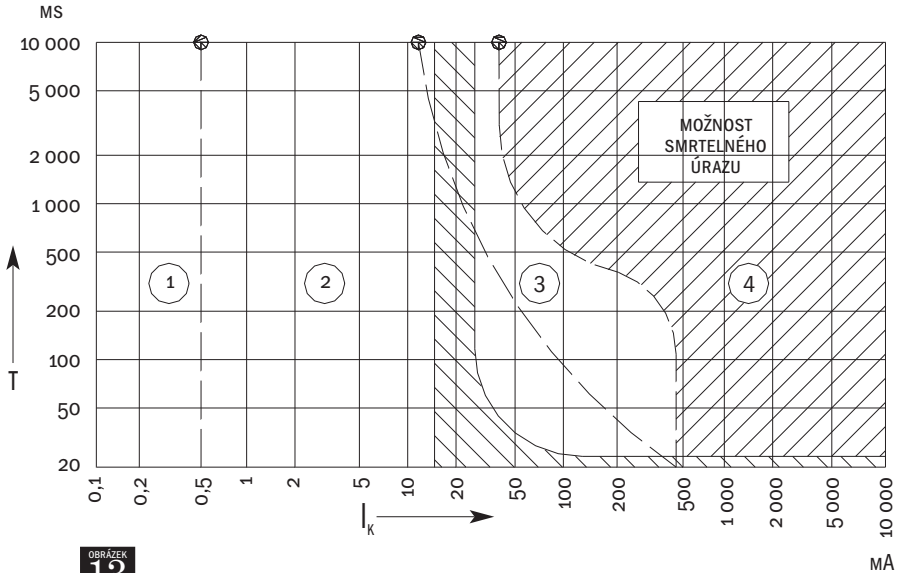
automatickým odpojením od zdroje. Vyjděme ze základního elektrotechnického Ohmova zákona:

$$I = U/R$$

I (A) – elektrický proud

U (V) – elektrické napětí

R (Ω) – elektrický odpor



OBRAZEK
13

OBLASTI VLIVŮ ELEKTRICKÉHO PROUDU NA ČLOVĚKA A OBLAST ZÁSAHU PROUDOVÉHO CHRÁNIČE VYBAVOVACÍM PROUDEM $I_{\Delta N} = 30$ mA

Napětí U , ze kterého může vzniknout poruchový proud procházející tělem osoby dotýkající se probíjejícího elektrického spotřebiče, je dáno napětím sítě; je to napětí 230 V střídavé s kmitočtem 50 Hz. Směr možného průchodu tělem je naznačen na obr. 14.

Nyní lze situaci znázorněnou na obr. 14 převést do elektrotechnického schématu, ze kterého lze vyjádřit limitní proud, který by mohl projít tělem.

Další veličinou, kterou musíme do rovnice dosadit, je součet elektrických odporů zařazených v naznačeném odporu. Odpor lidského těla je v tabulce 28.

Nyní lze situaci znázorněnou na obr. 14 převést do elektrotechnického schématu, ze kterého lze vyjádřit limitní proud, který by mohl projít tělem.

Další odpory zařazené v obvodu naznačené na obr. 15 (R_B , R_U , R_A) je možno pro nejnepríznivější případ uvažovat = 0.

R_A – zemní odpor u zasažené osoby

R_M – odpor lidského těla

R_B – zemní odpor sítě

R_U – odpor příchodu proudu (poškozený spotřebič – ruka)

$$I_K = \frac{U}{R_M + R_U + R_A + R_B} = \frac{230 \text{ V}}{1000 \Omega} = 230 \text{ [mA]}$$

Při porovnání s grafem na obrázku 13 je patrné, že bez náležité ochrany by v tomto případě byl na rozhraní oblasti 3 a 4 (dle obr. 13).

Ještě hůře vychází tato rovnice, pokud by byl vzat v úvahu úraz osoby elektrickým proudem ve vaně – viz obr. 16.

R_A – zemní odpor u zasažené osoby

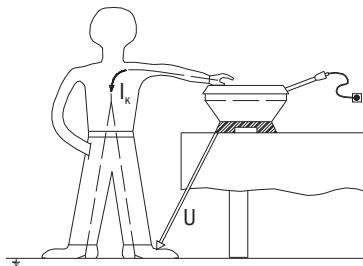
R_M – odpor lidského těla

R_B – zemní odpor sítě

R_U – odpor přechodně probíjející spotřebič – ruka

$$I_K = \frac{U}{R_M + R_U + R_A + R_B} = \frac{230 \text{ V}}{550 \Omega} = 420 \text{ [mA]}$$

V tomto případě je patrné, že průchod takového proudu lidským tělem je téměř na hranici možnosti úrazu se smrtelnými následky. Nejčastější příčiny úrazu elektrickým proudem naleznete v barevné obrazové příloze na str. 90.



OBRAZEK 14 MOŽNOST VZNIKU ÚRAZU ELEKTRICKÝM PROUDEM

PROUDOVÁ DRÁHA	TĚLNÍ ELEKTRICKÝ ODPOR [Ω]
RUKA – RUKA NEBO RUKA – RUKA – NOHA	1000
RUKA – NOHY	750
RUKA – PRSA	450
RUCE – PRSA	230
RUKA – ZADEK	550
RUCE – ZADEK	300

TABULKA 28

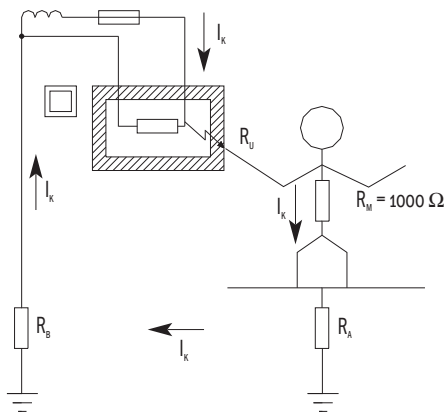
ODPOR LIDSKÉHO TĚLA PŘI NAPĚTÍ 230 V V ZÁVISLOSTI NA DRÁŽE PROUDU

Ochrana proti přepětí

Tím, jak stoupá nasycenost domácností elektrickými přístroji, které jsou neustále menší a citlivější (zkuste si například porovnat vysoce elektrifikovanou kuchyni ze 70. let se současným standardem), stoupá také četnost a celková suma škod způsobených přepětím atmosférického nebo jiného původu. Elektrická instalace (nejenom silová) v podstatě slouží jako vysoce rozvětvená síť, která

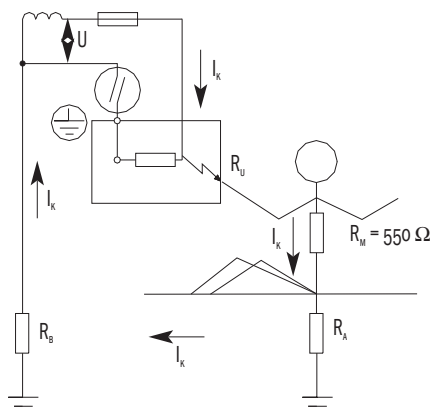
jakékoli rušivé vlivy rozděluje po širokém okolí. Tyto špičky vznikají jako důsledek úderů blesku, elektromagnetickou indukci za bouřky, výpadkem na distribučním vedení vysokého napětí nebo je může produkovat některý ze spotřebičů v domácnosti při svém zapnutí. Veškeré přístroje, by měly mít alespoň základní odolnost vůči špičkám do hodnoty 1 500 V. Problémy nastanou, pokud je tato hodnota překročena; například obyčejný kávovar dokáže při neustálém spínání topné plotýnky produkovat špičky až 1,9 kV!

Princip přepětových ochrany je v podstatě jednoduchý, je to vyrovnání potenciálů. Pro zjednodušení je dobré si celou instalaci představit jako systém trubek, ve kterých je voda – proud. Pokud stoupne v trubce tlak, tak aby nepraskla,



OBRÁZEK
15

ELEKTRICKÉ SCHÉMA PRŮBĚHU ÚRAZU



OBRÁZEK
16

ELEKTRICKÉ SCHÉMA PRŮBĚHU ÚRAZU VE VANĚ

musíme tlaky vyrovnat. Takže přepětové ochrany v podstatě vyrovnávají rozdíl potenciálu na bezpečnou úroveň a vrátí se do původního stavu. Jedná se o nejslabší místo v elektrické instalaci, které vkládáme proto, aby se potenciál vyrovnal právě na něm a ne třeba v naší oblíbené herní konzoli. Přepětová ochrana s předstihem provede tedy to, k čemu by došlo ve spotřebiči, zásuvce nebo rozváděči. Pokud instalovaná není, bývá toto vyrovnání potenciálu označováno jako škoda.

Přepětové ochrany jsou podle energie, kterou mají vyrovnávat, rozděleny do dvou základních skupin, a to na svodiče bleskových proudů a svodiče přepětí. Svodiče bleskových proudů fungují na principu jiskřičky a mají být schopny svést bleskový proud tvaru vlny 10/350 μ s což je tvar vlny bleskového proudu dle technických norem. Oproti tomu svodiče přepětí na bázi varistoru jsou testovány tvarem vlny 8/20 μ s, impulzem schopným přenést za tento čas pouze zlomek energie oproti bleskovému proudu.

Svodič bleskového proudu (typ 1) by měl být umístěn co nejbližší vstupu napájecího kabelu do objektu a slouží pro vyrovnání potenciálu mezi jednotlivými fázemi a vodičem PEN místním ekvipotenciálním pospojováním a zemnicí soustavou hromosvodu. Za tímto svodičem by měl být umístěn svodič přepětí typu 2, který má zpravidla již ochrannou úroveň U_p menší než 1,5 kV. Obecně platí pravidlo, že ochranná úroveň přepětové ochrany je do vzdálenosti 5 m po délce kabelu.

Takže koncové zařízení, spotřebič, chráníme přepětovou ochranou typu 3 umístěnou co nejbližší k chráněnému zařízení. Tato přepětová ochrana slouží k jakémusi poslednímu „umravnění“ energie vstupující do koncového zařízení.

Obdobným způsobem postupujeme při ochraně dalších systémů vstupujících do objektu, jako je telefonní či anténní vodič. Platí velmi staré pravidlo, že poloviční ochrana není žádná ochrana.

Stejně jako u každého výrobku je i u přepětových ochrany kvalitativní rozdíl mezi jednotlivými výrobci a každý by si měl porovnat jejich parametry a zkušenosti odborníků s jednotlivými značkami. Málakdo je asi tak naivní, že pokud sáhne po obdobném výrobku za zlomek ceny, bude očekávat parametry či životnost jako u prémiové značky.

Pokud probíhá v objektu revize, vyžádejte si i kontrolu přepětových ochrany, a to nejen pohledovou. Když už jsou instalovány a zaplacený, je dobré vědět, jestli se na ně dá spolehnout.