

# Proudové chrániče v instalacích s laickou obsluhou

Ing. Milan Hubálek, Ph.D., Eaton Elektrotechnika, s. r. o.

Proudové chrániče a jejich použití již od svého počátku často vyvolávají různé více či méně vášnivé diskuse o jejich vhodnosti a možných problémech. Tyto diskuse obvykle vznikají z důvodu špatného pochopení či přecenění funkce těchto prvků.

V posledních několika letech s vydáním nových verzí norem, jako např. ČSN 33 2000-4-41 ed. 2, ČSN 33 2130 ed. 2 či vybraných částí ČSN 33 2000-7-7xx, byly v oblasti povinného použití proudových chráničů zpřísněny po-

jsou upřednostňovány ekonomické zájmy před ochranou osob, což musí být odborník schopen obhájit. Zcela jistě však nelze argumentovat, že zamezení znehodnocení potravin v hodnotě stovek či jednotek tisíců korun v chladničce při případném vybavení chrániče je dostatečným důvodem pro omezení opatření na ochranu osob před úrazem elektrickým proudem. Nesmyslnost tohoto důvodu nyní potvrzují i právní analýzy této otázky. Je nezbytné říci, že požadavky na ochranu osob a ekonomické zájmy rozhodně nemusí jít při použití proudových chráničů proti sobě, jestliže je při navrhování instalace řádně vnímána funkce chrániče.

## Jak proudový chránič funguje

Proudový chránič je principiálně jednoduchý, avšak funkčně naprosto unikátní prvek. Funkce proudového chrániče jakékoliv konstrukce je založena na vektorovém součtu všech proudů, které protékají vodiči vedenými skrz měřicí transformátor chrániče. V klasickém případě, kdy za chráničem je zapojen prvek s čistě spotřebičovou charakteristikou, plyne z prvního Kirchhoffova zákona, že vektorový součet proudů tekoucích v obou směrech musí být vždy nula, pokud neexistuje proudová dráha odvádějící proud v jednom směru mimo sčítací obvod chrániče. Takovouto drahou může být právě nešťastník, který se dotkl obvodu pod napětím a jehož tělem začal procházet proud, který se ke svému zdroji vrací přes uzemnění. Je však nutné pamatovat i na skutečnost, že např. rušivé harmonické složky, které jsou přes filtr odváděny do ochranného vodiče, jenž v obvyklých aplikacích není veden sčítacím obvodem, taktéž způsobují nenulový vektorový součet. Z hlediska zákona zachování energie musely do spotřebiče přitéci přes proudový chránič, byt' zdánlivě na jiné frekvenci. Z uvedeného principu vyplývají základní funkční vlastnosti proudových chráničů. Unikátním parametrem je dynamický rozsah těchto prvků. Dokážou identifikovat rozdíl přitékajících a zpětných proudů v hodnotě desítek miliampérů v obvodech se jmenovitými proudy až stovek či tisíc ampérů, tj. dynamický rozsah je v současnosti běžně až  $10^5$ . Z principu činnosti jsou proudové chrániče jedinými prvky, které dokážou velmi rychle vypnout i při

kontaktu člověka se živou částí obvodu, byt' tělový proud je řádově menší než běžné pracovní proudy obvodu. Tato vlastnost je důvodem, proč mají proudové chrániče v oblasti ochrany osob před úrazem elektrickým proudem svou nezastupitelnou úlohu.

Z pohledu ochrany osob je zásadním parametrem proudového chrániče rychlost jeho vypnutí. Je důležité si uvědomit, že proudový chránič není prvek omezující velikost proudu. Pouze musí zaručit, že reziduální proud příslušné velikosti je při použití pro ochranu osob přerušen dříve, než způsobí zranění zasažené osoby. Typický tělový proud při zásahu napětím 230 V je přibližně 150 mA. Jelikož proudový chránič musí vybavovat v rozsahu 50 až 100 % svého jmenovitého reziduálního proudu, je zřejmé, že použití 10mA chrániče namísto předepsaného 30mA



Obr. 1. Proudový chránič řady Moeller PF7

žadavky. Z uvedených norem vyplývá obecně povinné použití chráničů se jmenovitým reziduálním proudem 30 mA pro všechny jednofázové zásuvkové okruhy do 20 A a všechny třífázové zásuvkové okruhy do 32 A. Zmíněná ČSN 33 2130 ed. 2 navíc vyžaduje použití chrániče se jmenovitým reziduálním proudem 100 mA pro třífázové zásuvkové okruhy nad 32 A jmenovitého proudu. Společným jmenovatelem povinného použití chrániče je ve všech těchto případech přítomnost laické obsluhy. To se netýká pouze bytů, ale i komerčních objektů.

Odpůrci používání proudových chráničů se v nových normách zaměřují zejména na části, které popisují možné výjimky s odkazem, na který je možné se instalaci chrániče vyhnout. Jsou jimi zejména obecná výjimka z ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 v případě rizika značných škod (rozumějme ekonomických) a česká národní výjimka z ČSN 33 2000-7-701 ed. 2 pro pevně uložený ohříváč teplé vody. V těchto případech je však nutné mít na paměti, že využitím zmíněných výjimek



Obr. 2. Digitální proudový chránič řady Moeller dRCM

v běžných aplikacích v podstatě nijak nezvyšuje ochranu osob. Tělový proud je totiž v obou případech mnohonásobně větší než proud vybavovací. U chrániče klasické konstrukce je rychlost vypnutí více závislá na aktuální polaritě reziduálního proudu (vypnout může vždy pouze během půlperrody s polaritou, jejíž magnetické pole působí proti poli permanentního magnetu) než na jeho jmenovitém reziduálním proudu. Oba typy však vybaví v předepsaném čase do 40 ms. Naproti tomu z vypínacích charakteristik jasně vyplývá, že při typickém tělovém proudu chránič se jmenovitým reziduálním proudem 100 mA již neposkytuje požadovanou ochranu. Na tomto místě je vhodné vyvrátit jednu paradoxně poměrně častou domněnku. Proudový chránič v žádném případě nedokáže zamezit zásahu

člověka elektrickým proudem. I pro něj platí princip kauzality – nedokáže předvídat, že se někdo dotkne vodiče pod napětím. Když se tak však stane, velmi rychle přeruší elektrický obvod. Člověk je tak proudem zasazen, ale jen po velmi krátkou dobu.

### Výjimky z norem

Vybavení jakéhokoliv jisticího prvku, včetně proudového chrániče, znamená přerušení dodávek elektrického proudu. To má v některých situacích nepříjemné dopady. V případě proudových chráničů je, alespoň teoreticky, situace o to horší, že kromě žádoucích vybavení může chránič vypnout i v době, kdy žádný poruchový proud nenastal. Právě z těchto důvodů normy uvádějí možné výjimky, kdy chrániče nemusí být použity. Nežádoucí přerušení napájení obvodů lze rozdělit do dvou kategorií. První jsou situace, kdy vlivem i žádoucího vybavení chrániče vypadne napájení i pro nezasažené části elektroinstalace, kde je však odpojení napájení z určitého důvodu nevhodné. Druhé jsou situace, kdy zařízení svou přirozenou bezporuchovou činností způsobují reziduální proudy, které mají dostatečnou intenzitu pro vybavení chrániče. Ten vnímá pouze reziduální proud a není schopen rozlišit, zda jde o reziduální proud poruchový, či neporuchový.

Prvním příkladem výjimky je pevně uložený ohřívač teplé vody v koupelně, viz ČSN 33 2000-7-701 ed. 2. Jde o situaci, kdy vlastní provoz takového spotřebiče může způsobit vybavení chrániče. Topná tělesa umístěná přímo v ohřívané vodě nemají nulový neporuchový reziduální proud. To vyplývá z fyzikální podstaty. Je totiž více než komplikované vyrobit izolaci topného tělesa tak, aby byla současně dokonalým tepelným vodičem i ideálním elektrickým izolantem. Zejména u starších ohřívačů může nastat situace, kdy takto vzniklý reziduální proud je dostatečný pro vybavení chrániče. Nicméně bezhlavé uplatnění výjimky má svá úskalí. Předně, s ohledem na platné normy spotřebičů s unikajícím proudem intenzity schopné vybavit 30mA proudový chránič, tj. min. 15 mA, by vůbec neměl být provozován. Je zjevné, že není-li provozován nedovoleno spotřebič, samotný ohřívač vybavení chrániče způsobit nemůže. Příčinou problému i jeho odstranění je slučování, resp. neslučování více potenciálně problematických spotřebičů pod jeden chránič. Z ČSN 33 2000-7-701 ed. 2 navíc dále vyplývá, že v typicky provedené koupelně musí být proudovými chrániči chráněny všechny vodiče, např. i napájecí kabely osvětlení. Neuváženým uplatněním probírané výjimky jsou obvykle porušeny dva jiné požadavky na danou část elektroinstalace stanovené normou.

Dalším často zmiňovaným případem uplatnění obecné výjimky stanovené v ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 je chladnička či mraznička

s potravinami. Zde je třeba zopakovat, že ochrana domácí zásoby potravin rozhodně není ekonomickou hodnotou, která může odvodnit snížení ochrany osob před úrazem elektrickým proudem. Kompressorové chladničky jsou typem spotřebiče, pro který z hlediska jeho funkce není vhodný dlouhodobý výpadek napájení, ale zároveň spotřebič samotný dokáže způsobit nežádoucí vybavení proudového chrániče. Jak se s tím vypořádat bez využití velmi diskutabilní výjimky? Relativně jednoduše. Nežádoucí vybavení jsou způsobena rázovým proudem vznikajícím při zapnutí



Obr. 3. Motorový pohon s automatickým režimem Z-FW-LP

kompressoru. Stačí tedy použít chránič s vyšší odolností proti těmto proudům, tj. typ G. Odpojení napájení vlivem poruchy v jiné části instalace se zamezí opět vhodným návrhem, kdy nejsou nesmyslně zapojovány nesouvisící okruhy pod činnost jednoho chrániče. V neposlední řadě, v případě, že obsah ledničky má velkou hodnotu, lze využít zařízení pro automatickou obnovu napájení. V sortimentu firmy Eaton je takovýto prvek k dispozici; je jím motorový pohon s automatickým režimem Z-FW-LP (obr. 3).

Třetí typickou oblastí, která je v souvislosti s využitím výjimek často uváděna, je výpočetní technika. Problémy jsou opět dva. Jednak i krátkodobý výpadek napájení způsobí výpadek počítače. Zde je ale třeba přiznat, že tento možný problém by měl být řešen i v případě, kdy by žádný chránič použit nebyl. Použití záložního zdroje UPS problémy krátkodobých výpadků napájení vyřeší, při dlouhodobých tyto zdroje poskytnou dostatečně dlouhou dobu pro řádné ukončení aplikací a vypnutí počítače. Problémem, který ale přímo souvisí s proudovými chrániči, jsou spínané zdroje. To je společně pro velkou většinu moderních spotřebičů. Stolní a sálkové počítače však nejsou zařízení třídy II, a tudíž musí mít připojen i ochranný vodič. Vyšší harmonické generované spínanými zdroji mohou být odváděny filtrem částečně i do ochranného vodiče a jsou proudovým chráničem vnímány jako proudy reziduální.

Jelikož ale i PC musí splňovat požadavky na maximální velikost unikajícího proudu, je snadné problém vyřešit. Jednoduše lze vypočítat maximální počet takovýchto rizikových spotřebičů zapojených na jeden chránič tak, aby součet neporuchových unikajících proudů nezpůsobil jeho vybavení.

Důležitým obecným aspektem při případném uplatnění výjimky z norem je skutečnost, že když bude pro určitý spotřebič a jemu příslušný zásuvkový okruh výjimka uplatněna, je nutné zajistit, aby příslušná zásuvka byla z hlediska laické obsluhy vyhrazena právě jen pro tento daný spotřebič. Jak lze splnění tohoto požadavku zajistit např. v bytech, kde se pohybují děti, nechme na fantazii čtenáře.

### Jak navrhovat proudové chrániče

Nejčastějším problémem, který způsobuje nežádoucí vybavení proudového chrániče, je neuvážené slučování mnoha okruhů pod jeden proudový chránič. Je příznačné, že osoba, která se odvolává na národní výjimku pro nepoužití chrániče pro ohřívač vody a zdůvodňuje to jako nezbytné funkční opatření, dokáže navrhnout jeden čtyřpólový 30mA chránič jako centrální pro rodinný dům. Centrální proudový chránič pro rodinný dům je zcela jistě doporučeným a vhodným řešením, ale pouze pokud má jmenovitý reziduální proud 300 mA, a neřeší tedy hledisko ochrany osob před úrazem elektrickým proudem. Z uvedeného popisu fungování proudového chrániče plyne další důležitý, byť obecně opomíjený aspekt. Zcela odlišné chování, ale tím i úroveň bezpečnosti osob, má použití tří samostatných dvoupólových chráničů pro tři okruhy napájené z různých fází a zcela jiné použití jednoho čtyřpólového chrániče pro tyto okruhy. Vektorový součet reziduálních proudů z různých fází totiž dává výrazně odlišný výsledek než součet aritmetický. O dopadu na provozní spolehlivost celé elektroinstalace u těchto dvou odlišných přístupů ani není třeba diskutovat.

Obecná zásada tedy je, navrhovat proudové chrániče v kontextu celé elektroinstalace tak, aby součty neporuchových reziduálních proudů nezpůsobovaly jejich nežádoucí vybavení, aby nevypínaly nezasažené, ale provozně důležité části elektroinstalace při problému ve zcela jiné části, a rovněž učinit taková technická opatření, která dokážou zajistit napájení důležitých obvodů při (i žádoucím) vybavení chrániče. To pak znamená, že není dostačující navrhovat zásuvkový okruh pouze do úrovně zásuvek, ale projektant by měl znát i vlastnosti potenciálně připojených spotřebičů.

<http://www.eaton.cz>