

Ochrana před vznikem požáru od elektrické instalace pomocí proudových chráničů (RCD) a obloukových ochran (AFDD)

Ing. František Štěpán, Eaton Elektrotechnika s.r. o .

Statistiky požárů od elektrických instalací

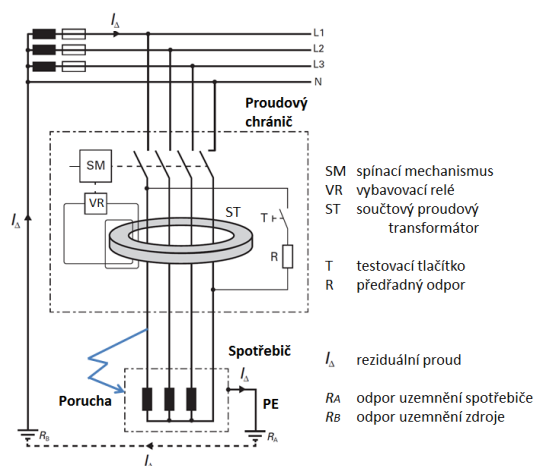
Podle statistik Hasičského záchranného sboru České republiky zaujímají požáry zapříčiněné elektrickou energií velký podíl z celkového počtu požárů. V roce 2013 to bylo 2213 požárů způsobených technickou závadou z celkového počtu 17105 všech požárů. V roce 2014 byla v 2144 případech jako příčina uvedena technická závada, z celkového počtu 17388 požárů, kam spadají právě i požáry elektroinstalace. V tomto roce přesáhly škody zapříčiněné technickými závadami přes tři čtvrtě miliardy korun. Přitom byly zraněny desítky osob a v několika případech došlo k usmrcení. Technické závady byly druhou nejčastější příčinou, hned po požárech způsobených nedbalostí dospělých (kouření, zakládání ohně, nesprávná obsluha topidel, ponechání tepelných spotřebičů bez dozoru apod.). Požáry elektroinstalace byly způsobeny závadou na elektroinstalaci, nesprávně provedenou elektroinstalací nebo nedbalostí (neodborné zásahy do elektroinstalace a spotřebičů, vyřazování jisticích prvků, opravy pojistek apod.),

Iniciátorem vzniku požáru může být zkrat, proudové přetížení, spoje s velkým přechodovým elektrickým odporem, případně také jiskra v kombinaci s výskytem výbušných plynů. V prostorách s hořlavými materiály (truhlárny, dřevěné konstrukce, usazený prach, textilky, lakovny, sklady) je vlivem stárnutí kabelů velké riziko vzniku tzv. plazivých proudů, které při dlouhodobém působení mohou způsobit požár. Další častou příčinou je také elektrický oblouk. V České republice byl v roce 2013 elektrický oblouk třetí nejčastější příčinou požáru iniciovaných elektřinou a způsobil přes 300 požárů. Poruchový elektrický oblouk vzniká při porušení izolace nebo při uvolnění elektrických kontaktů a spojů v instalaci nebo spotřebičích.

Možností ochrany před účinky poruchových elektrických oblouků je kromě důsledné prevence také povinné použití ochranných přístrojů, kterými jsou proudové chrániče (RCD) a přístroje pro obloukovou ochranu (AFDD).

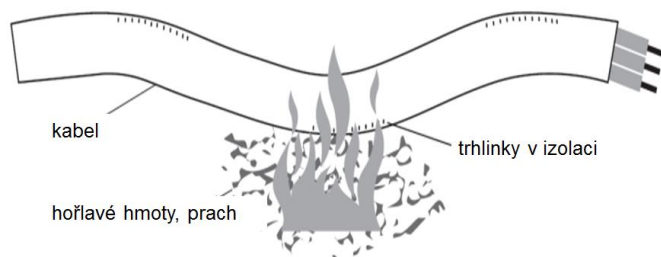
Ochrana před požáry pomocí proudových chráničů (RCD)

Proudové chrániče (RCD, *angl. Residual Current Device, obecné označení pro všechny konstrukční varianty*) se používají zejména pro ochranu před úrazem elektrickým proudem a také pro ochranu před vznikem požárů od plazivých proudů (citlivost 300 mA). Princip funkce spočívá ve schopnosti detekovat a vypínat zemní poruchové proudy. Při volbě citlivosti 30 mA jsou schopné zaručit, že nedojde ke smrtelnému úrazu ani při přímém dotyku s vodičem pod napětím. To je také důvod, proč se citlivé proudové chrániče předepisují povinně pro všechny zásuvkové obvody, které obsluhují laici (osoby bez elektrotechnické kvalifikace).

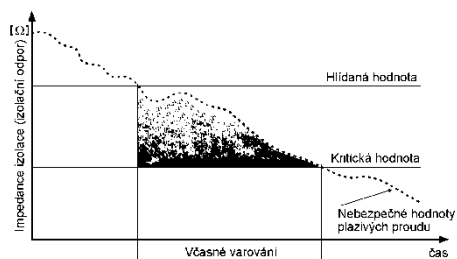


Princip funkce proudového chrániče - pouze zemní poruchový proud (reziduální proud) zajistí vybavení

Závada na elektrickém zařízení je velmi častým zdůvodněním, proč došlo k požáru. Toto se uvádí i v případech, kdy se pravá příčina již ani nedá zjistit. Není nic jednoduššího, než říci, že příčinou byl “zkrat”. Většina lidí si totiž dokáže učinit představu pouze na základě akčních filmů, kde jakýkoli zásah do elektrické instalace vede k explozi jisker které zapalují celé okolí (telefony a počítače nevyjímaje). Odborníci však vědí, že tzv. „dokonalý“ zkrat nepřipadá jako příčina požáru příliš často v úvahu, protože předřazené jističe, nebo pojistky dokáží velmi rychle odpojit elektrické zařízení a energie zkratového proudu není většinou v tak krátkém čase schopna iniciovat požár (jednotky milisekund). Pro skutečný vznik požáru jsou mnohem nebezpečnější dlouhodobě působící poruchy, jakými jsou nedokonalé spoje s vysokým přechodovým odporem, které dlouhodobě tepelně zatěžují okolí a vedou k degradaci izolace. Těmto poruchám je možné do určité míry předcházet kvalitně provedenou montáží a pravidelnou kontrolou. U „plíživých závad“, to znamená u nedokonalých zemních spojení, nemůže být protipožární ochrana zaručena nadproudovými přístroji, protože jejich vypnutí nastane buď příliš pozdě, nebo vůbec. V případech, kdy by mohl i relativně malý unikající proud způsobit **lokální oteplení izolace**, nebo hořlavého okolí a být příčinou požáru, je nutné použít kvalitní izolace kabelů v kombinaci s vhodným proudovým chráničem s citlivostí do 300 mA. Tato citlivost vychází z výsledků měření, která potvrdila, že pro zapálení dřeva, slámy, sena a dalších obvyklých hořlavých hmot postačuje ztrátový výkon od 20 do 100 W, tedy v průměru cca 60 W, což odpovídá zemnímu poruchovému proudu (reziduálnímu proudu) 0,26 A a lze proto použít proudový chránič s citlivostí do 300 mA. Vzhledem k toleranci vybavovacích proudů dochází k vybavení již při ztrátovém výkonu cca 40 W.



Vznik požáru od plazivých proudů způsobené mikroskopickými trhlinami v izolaci



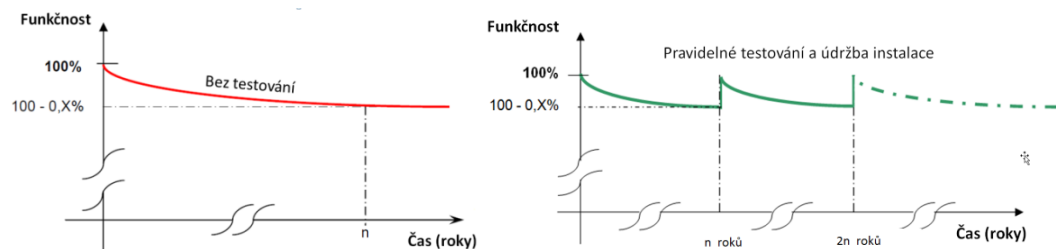
Pokles izolačního odporu elektrických instalací a zařízení při stárnutí izolace

Minimální požadavky na použití elektrických zařízení v prostorách, kde ve vysoké riziko vzniku požáru, jsou dány normou ČSN 33 2000-4-482: Ochrana proti požáru v prostorách se zvláštním rizikem nebo nebezpečím (2000). Zde se ukládá povinnost používat proudové chrániče s $I_{\Delta n} \leq 300$ mA ve všech případech, kde je elektrické zařízení ve styku s hořlavými hmotami. Tato norma určuje výběr a provedení instalací v prostorách s nebezpečím vzniku požáru v důsledku nebezpečných vlastností zpracovávaných nebo skladovaných materiálů, jakými jsou **výroba, zpracování, skladování hořlavých materiálů včetně hromadění prachu**, například ve stodolách, v továrnách na zpracování dřeva, papírnách, textilních továrnách a podobně. Její platnost se vztahuje i na výběr a provedení instalací v místech s převážně hořlavými hmotami ve stavebních konstrukcích (tzv. duté stěny, tj. například sádkartonové dělící příčky s dřevěnou konstrukcí) a rovněž i v místech s ohrožením nenahraditelného zboží a předmětů (muzea, galerie, knihovny, depozitáře, historické budovy atd.).

Hlavní příčinou vzniku závad izolace a pozdějším **viníkem vzniku plazivých proudů je tepelné a mechanické namáhání** a další škodlivé vnější vlivy. Vysoké teploty zapříčiňují postupné odpařování změkčovadel z nejčastěji používané PVC izolace, což má za následek jeho tvrdnutí a vznik trhlinek. Při změně okolní teploty se mění i vlhkost a tím jsou vytvořeny předpoklady pro vznik elektrických výbojů a plazivých proudů.

V článku 482.1.7 se uvádí, že „**rozvody jiné, než jsou kabely s minerální izolací a přípojnícové rozvodné soustavy, musí být v sítích TN a TT chráněny před poruchami izolace pomocí proudových chráničů s $I_{\Delta n} \leq 300$ mA**“. Vzhledem k dlouhodobému působení plazivých proudů je podstatná jen citlivost, typ vypínací charakteristiky není důležitý. Pokud není možné ani toto řešení s těmito nejmodernějšími typy chráničů, pak nezbyvá, než provést kabelové rozvody důsledně v chráničkách. Prostředí uvnitř chrániček je odděleno od prostředí se zvýšeným nebezpečím požáru, což řeší vlastní podstatu problému s plazivými proudy.

Každý proudový chránič musí být testován, aby byla zajištěna jeho spolehlivá funkce. Interval testování závisí na typu instalace a typu proudového chrániče a jsou v rozmezí od jednoho měsíce do jednoho roku. Přes upozornění všech výrobců se ovšem pravidelné testování omezuje jen na instalace, kde je zajištěna pravidelná údržba. V domovních instalacích se pravidelné testování provádí velmi zřídka a z právního hlediska není mnoho možností, jak majitele instalací donutit k dodržování této povinnosti.



Závislost funkčnosti proudových chráničů bez testování a při pravidelném testování

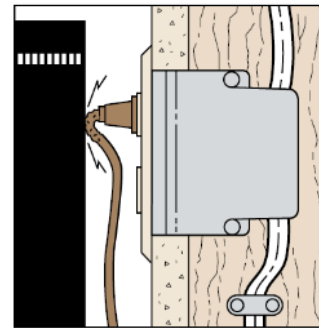
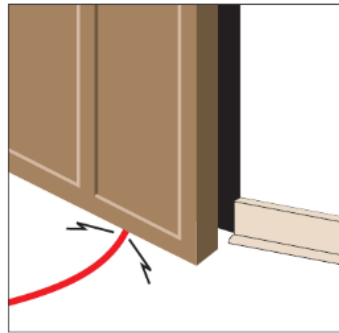
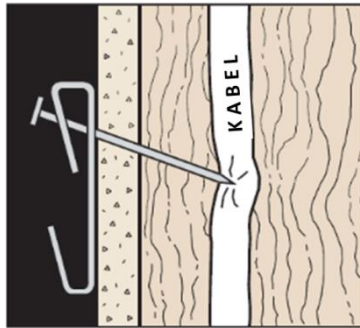


- vhodné i pro vyšší hodnoty unikajících proudů (zúžená tolerance 75 do 100% $I_{\Delta n}$)
- vypínací charakteristiky G a S
- indikace hodnoty reziduálního proudu (digitální vyhodnocování)

Proudový chránič se zvýšenou spolehlivostí s ročním intervalem testování

Ochrana proti sériovému oblouku pomocí obloukové ochrany (AFDD)

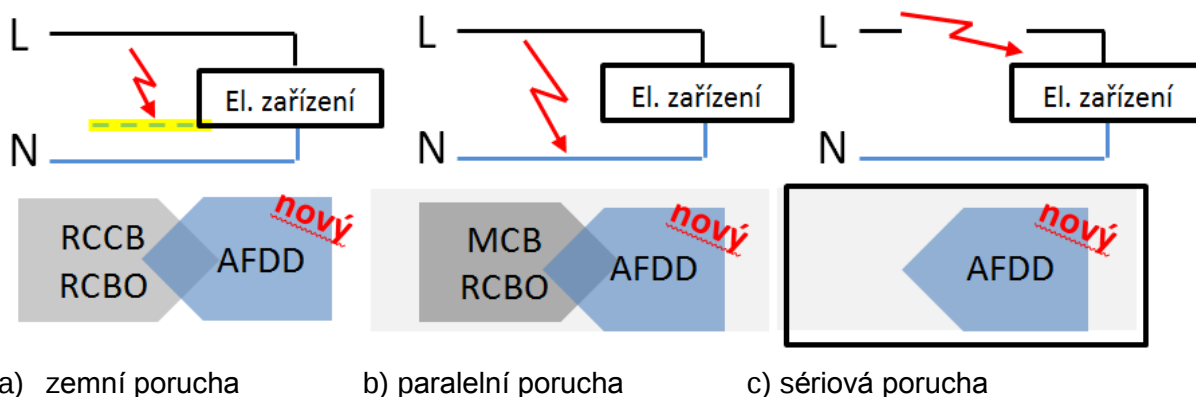
Z podrobných zahraničních požárních statistik vyplývá, že po zavedení proudových chráničů existuje stále ještě poměrně hodně případů vzniku požárů, které jsou způsobeny jiskřením mezi pracovními vodiči, kdy proudový chránič nezaregistroval žádnou poruchu. Předchozí kapitola popisuje případy tzv. nesymetrických poruch s proudy, které tečou pouze do země. Vedle toho však vznikají i poruchové proudy pouze mezi pracovními vodiči, které proudový chránič z principu své funkce nemůže detekovat. Jestliže není proud v obvodu dostatečně velký na vybavení jističe, nebo pojistky, s přetrvávající poruchou rychle narůstá riziko vzniku požáru.



Případy, kdy dochází k porušení izolace s následným obloukem, na který proudový chránič nemůže reagovat

Jako nejčastější příčiny vzniku sériového oblouku se uvádí:

- porušená izolace vedení v pevné instalaci (hřebík, šroub, ...) a následné přerušení vodiče
- proražená izolace pohyblivého přívodu, nebo prodlužovacího kabelu, pokud jsou kabely vedeny mezi nebo pode dveřmi, nebo jsou zatíženy spotřebiči (myčka, pračka, sušička, ...)
- zlomené kabely vlivem ostrého ohybu, nebo proražená izolace úchytkami.
- spoje s nedokonalým spojením
- neodborně provedená montáž, malý počet úchytek, atd.



Zkratky podle mezinárodních norem:

- MCB – instalační jistič
- RCCB – proudový chránič bez vestavěného jističe
- RCBO – proudový chránič s jističem (MCB + RCCB)
- AFDD – ochrana proti oblouku

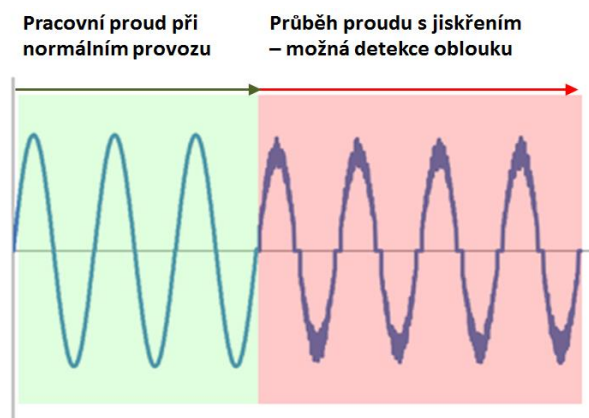
Poznámka: RCCB a RCBO patří do skupiny RCD – proudové chrániče

Použití možnosti a hranice použití proudových chráničů (RCD) a přístrojů pro obloukovou ochranu (AFDD)

V případě paralelní poruchy, tj. oblouku mezi pracovními vodiči, proudový chránič z principu své funkce nereaguje. Poruchový proud v pracovních vodičích nemusí překročit jmenovitý proud zařízení a proto nevypne ani jistič (pojistka). Dalším nebezpečným případem je postupné zvyšování přechodového odporu nedokonalých spojů a narůstání jejich teploty. Pokud nejsou vznikající poruchy včas detekovány, může snadno dojít až ke vznícení izolace. Pro tyto případy jsou k dispozici **přístroje pro obloukovou ochranu AFDD** (angl. Arc Fault Detection Device), které jsou primárně navrženy a určeny k použití pro **snížení rizika vzniku požáru od sériového oblouku** a také dále pro situace, kdy proud protéká mezi pracovními vodiči (symetrický poruchový proud).

Přístroj AFDD je elektromechanický spínací přístroj s elektronickými obvody, které monitorují charakter odebíraného proudu. Jiskření má specifický průběh proudu, na který tento přístroj reaguje a odpojí instalaci s poruchou izolace.

Konstrukční provedení je na první pohled podobné, jako jistič, nebo proudový chránič. Pro možnost testování funkce jsou tyto přístroje také vybaveny testovacím tlačítkem, kterým se prověří funkčnost přístroje podle stanoveného algoritmu.

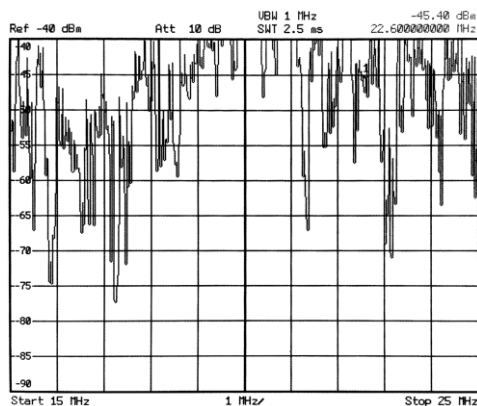


Průběh pracovních proudů pro normální provoz při frekvenci 50 Hz a po vzniku oblouku, na který AFDD musí reagovat

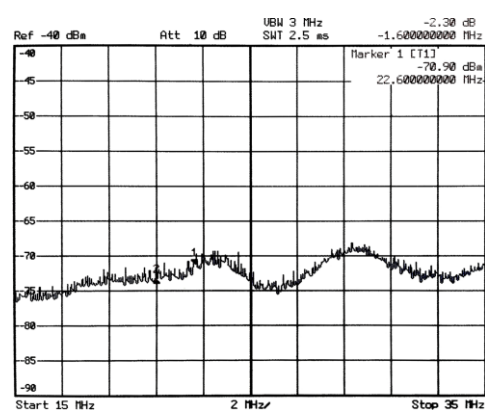
Poznámka:

Zařízení pro obloukovou ochranu jsou používána v Americe a Kanadě více jak deset let, pod označením AFCI (US angl.: Arc Fault Circuit Interrupter). Důvodem povinného používání jsou četné dřevostavby, kde je velké riziko vzniku požáru. Roli hraje samozřejmě i kvalita provedení instalací. Od roku 2005 se začaly povinně instalovat v novostavbách a rekonstruovaných objektech ve všech ložnicích a od roku 2008 pak i ve všech obytných a jiných místnostech, v nichž pohyb nebo přemísťování nábytku nebo pohyb osob zvyšují pravděpodobnost poškození nezakrytých kabelů. Po zavedení AFCI byl zaznamenán významný pokles požárů. Proto se s těmito přístroji počítá i v jiných zemích. Pro Evropu bylo ale nutné vyvinout jiné provedení, které se označuje jako AFDD. Důvodem je fakt, že podmínky evropských sítí jsou jiné (rozsah sítí, napětí, rušení aj.) a americké provedení není dostatečně odolné proti nežádoucím vypínáním.

Nejnovější typy AFDD používají propracovaný způsob detekce průběhu pracovního proudu. Pomocí moderních elektronických obvodů řízených mikroprocesorem je zaručeno spolehlivé vyhodnocení poruch provázených právě obloukem. Funkce přitom nesmí být ovlivněna průběhy proudů vzniklých při spínání kontaktů a rušení, jako je například jiskření komutátorů elektrických motorů, rušení spínaných zdrojů (invertory, svářečky), stmívače, aj. Odolnost proti nežádoucím vypnutím je dána návrhem a odladěním programu již při vývoji. Jakékoli nesprávné vypínání je přinejmenším nepříjemné a vedlo by k odmítání jejich použití.



a) běhu komutátorového motoru vrtáčky

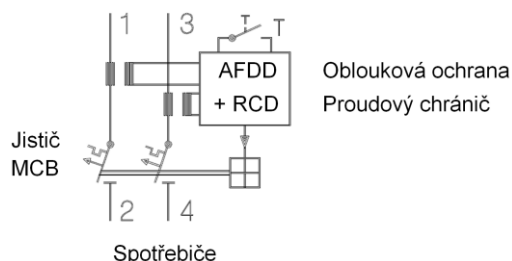


b) spínání zdroj notebooku

Oscilogramy rušivého frekvenčního spektra, na které AFDD nesmí reagovat (bez vybavení AFDD)

Pro konstrukci a zkoušení platí ČSN EN 62606: Obecné požadavky pro obloukové ochrany, ve které jsou specifikovány celkem tři varianty přístrojů:

1. AFDD jako jednotlivý přístroj určený k zapojení v sérii s přístrojem pro zkratovou ochranu (jistič, kombinovaný proudový chránič s jističem)
2. AFDD zabudovanou do jističe, nebo proudového chrániče s jističem
3. AFDD v modulárním provedení určeném pro sestavení z více přístrojů na místě.



Příklad kombinovaného přístroje pro obloukovou ochranu + proudový chránič + jistič (AFDD + RCD + MCB)

Oblast jejich použití je uvedena v **ČSN 332000-4-42 ed.2, Změna Z1:(2015) – Bezpečnost- Ochrana před účinky tepla**. V článku 421.7 se **doporučuje**, aby se opatření na ochranu před účinky obloukových poruch provedla v koncových obvodech:

- v ložnicích
- v místech s nebezpečím požáru zpracovávaných nebo skladovaných materiálů, tj. v prostorech BE2 (např. ve stodolách, v dřevozpracujících provozovnách, skladech hořlavého materiálu);
- v místech s hořlavými stavebními materiály, tj. v prostorech CA2 (např. v dřevěných budovách)
- ve stavbách s nebezpečím šíření ohně, tj. v prostorech CB2;
- v místech s ohrožením nenahraditelného bohatství.

Dále se jedná o prostory, kde se pohybují starší a tělesně postižené osoby, kdy vlivem jejich horší tělesné zdatnosti vzniká větší riziko nepozornosti při poškození izolací kabelů. Vzhledem k důležitosti je zřejmé, že doposud doporučené používání bude v příštích několika letech změněno na povinnost, tak jak tomu bylo i v nedávné minulosti povinné používání proudových chráničů s citlivostí 300 mA.

Závěr:

Elektrické instalace u nás se dnes budují podle podobných pravidel, jako v jiných vyspělých zemích a při stále se zvyšující vybavenosti domácností elektrickými spotřebiči je nutné zajistit lepší ochranu před požáry. Proudové chrániče a přístroje pro ochranu před obloukem jsou základními opatřeními pro snížení rizik. Každé nové ochranné opatření sice znamená vyšší náklady pro uživatele, ale s uvážením rizik a ztrát při požárech je to jednoznačně správná cesta.

Literatura:

- [1] Statistická ročenka Hasičského záchranného sboru ČR (<http://www.hzscr.cz/soubor/rocenka2014-pdf.aspx>)
- [2] Proudové chrániče, Ing František Štěpán, IN-EL Praha 2015
- [3] Detekce elektrického oblouku v sítích nn, Bc. Hugo Franěk, diplomová práce ČVUT Praha, 2015
- [4] ČSN EN 62606: Obecné požadavky pro obloukové ochrany, UNMZ Praha, 2014
- [5] ČSN 332000-4-42 ed.2, Změna Z1: – Bezpečnost- Ochrana před účinky tepla, 2015
- [6] Firemní a veřejně dostupné materiály (Arc fault/ground fault circuit interrupter, EATON, US, 2014, Preventing Home Fires: Arc Fault Circuit Interrupters (AFCIs), U.S. Consumer Product Safety Commission, Bethesda, MD 20814, (800) 638-2772, www.cpsc.gov, www.saferproducts.gov)