

Na jaře letošního roku uvedla společnost OEZ s. r. o. na trh novou řadu modulárních přístrojů MINIA. Jedná se především o jističe, proudové chrániče a ostatní přístroje. Všechny přístroje se upevňují na lištu šířky U 35 mm podle ČSN EN 60715. Jejich hlavní použití je v instalacích občanské výstavby a administrativních budovách. Používají se však i v průmyslových instalacích. Sjednocujícími prvky modulárních přístrojů MINIA jsou moderní design a srozumitelné řešení provozního stavu, které je přehledné pro jakéhokoli uživatele.

## Úvod

V srpnu 2007 byla vydána norma ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 (Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4-41 Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti – Ochrana před úrazem elektrickým proudem). S účinností od 1. února 2009 nahrazuje ČSN 33 2000-4-41 z února 2000. Do uvedeného data platí obě normy současně.

Významnou novinkou je požadavek na doplňkovou ochranu zásuvek a mobilních zařízení pro venkovní použití proudovými chrániči s jmenovitým reziduálním proudem  $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ . V článku 411.3.3 Doplňková ochrana je uvedeno:

*„Ve střídavé síti musí být doplňková ochrana proudovými chrániči provedena v souladu s 415.1 u*

*o zásuvce, jejichž jmenovitý proud nepřekračuje 20 A, které jsou užívány laiky (osobami bez elektrotechnické kvalifikace) a jsou určeny pro všeobecné použití Poznámka: Výjimkou mohou být:*

- *zásuvky určené k použití pod dozorem znalé nebo poučené osoby, např. v některých komerčních nebo průmyslových provozech, nebo*
- *zvláštní zásuvka určená pro připojení speciálního zařízení*

*Poznámka N:*

*Takovými zásuvkami pro speciální druh zařízení mohou být např. zásuvky pro zařízení kancelářské a výpočetní techniky nebo pro chladničky, tj. zásuvky pro napájení zařízení, jehož nežádoucí vypnutí by mohlo být příčinou značných škod.*

- *mobilních zařízení určených pro venkovní použití, jejichž jmenovitý proud nepřesahuje 32 A.“*

Tímto požadavkem se významně rozšiřuje okruh obvodů, které musí být chráněny proudovými chrániči.

Proudový chránič zajišťující doplňkovou ochranu může současně zajišťovat i ochranu při poruše (před dotykem neživých částí). Vezmou-li se v úvahu možné negativní okolnosti (zvýšený přechodový odpor spojů, dodatečná impedance připojovací nebo i prodlužovací šňůry apod.), může ji vzhledem ke své citlivosti zajišťovat mnohdy výrazně lépe.

V této souvislosti je vhodné si připomenout některé skutečnosti týkající se proudových chráničů. Princip funkce, založený na zjišťování a vyhodnocování vektorového součtu okamžitých hodnot proudů v pracovních vodičích (reziduálního proudu), je většinou znám.

Podívejme se tedy na jednotlivé druhy proudových chráničů, jejich vlastnosti a důležité charakteristické parametry a z toho pramenící vhodnost jejich použití.

## Rozdělení proudových chráničů

Proudové chrániče lze rozdělit podle funkční závislosti na napájecím napětí, podle citlivosti na druh proudu a podle vypínací charakteristiky.

*Proudové chrániče podle funkční závislosti na napájecím napětí:*

a) funkčně nezávislé

Ochranná funkce těchto proudových chráničů není závislá na napětí sítě nebo na pomocném zdroji. Vypnutí chrániče v případě vzniku vypínacího reziduálního proudu zajišťuje energie nasádaná jeho zapnutím a samotný vypínací reziduální proud. Proudové chrániče tohoto druhu mohou zajišťovat jak doplňkovou ochranu (je-li jejich jmenovitý reziduální proud  $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ ), tak ochranu při poruše, ale také ochranu před požárem v důsledku plazivých proudů (je-li  $I_{\Delta n} \leq 300 \text{ mA}$ ).

Všechny typy proudových chráničů dodávaných společnostmi OEZ jsou funkčně nezávislé na napájecím napětím.

b) funkčně závislé

Tyto chrániče se dále dělí na chrániče **vypínající** a na chrániče **nevypínající** automaticky při poruše napájecího napětí.

Chrániče **vypínající** při poruše napájecího napětí nejsou vhodné pro bytovou výstavbu (po každém výpadku napětí je třeba je znovu zapnout). Vhodné jsou naopak v případech, kdy po výpadku napětí – při jeho obnově nemá za ním připojené elektrické zařízení z bezpečnostního důvodu pracovat (např. okružní pila atd.).

Chrániče **nevypínající** při poruše napájecího napětí mohou podle čl. 532.2.2.2 v současné době platné ČSN 33 2000-5-53 (Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení. Kapitola 53: Spínací a řídicí přístroje) zajišťovat ochranu při poruše jen tehdy, je-li tato ochrana v případě poruchy napájecího napětí zajištěna jiným způsobem, nebo jsou přístroje instalovány, obsluhovány, zkoušeny a kontrolovány osobami poučenými nebo znalými. V bytové výstavbě tak nemohou *napětově závislé proudové chrániče nevypínající při poruše napájecího napětí* (tomuto druhu chráničů se většinou ne zcela správně říká elektronické proudové chrániče a označují se mnohdy DI) zajišťovat jako jediné přístroje ochranu při poruše. Mohou tedy zajišťovat pouze doplňkovou ochranu a ochranu před požárem.

Toto omezení vyplývá z požadavku jejich předmětové normy na rozsah napájecího napětí, ve kterém musí fungovat ( $0,85$  až  $1,1 U_n$ ), a ze skutečnosti, že v případě poruchy za chráničem dojde v naprosté většině případů k poklesu jeho napájecího napětí pod hodnotu  $0,85 U_n$ . (V této souvislosti se připravuje změna předmětové normy, která bude obsahovat snížení dolní hranice napětí, při které musí být ještě zaručena jejich funkce na  $85 \text{ V}$ , a následně změna ČSN 33 2000-5-53, a tím zrušení tohoto omezení.)

*Proudové chrániče podle citlivosti na druh proudu:*

a) chrániče typu AC

Chrániče tohoto typu jsou vhodné pro ochranu v elektrických rozvodech nebo jejich částech, ve kterých se vyskytují jen střídavé reziduální proudy. Pulzující stejnosměrné složky reziduálního proudu mohou snižovat citlivost tohoto typu chrániče. V bytové výstavbě má typ AC dominantní použití.

b) chrániče typu A

Chrániče typu A jsou vhodné pro ochranu v elektrických rozvodech nebo jejich částech, ve kterých se vyskytují jak střídavé, tak i pulzující stejnosměrné reziduální proudy.

V bytové výstavbě mají omezené použití. Některé domácí spotřebiče používají pro regulaci výkonu diodu (jednocestné usměrnění) – např. vysoušeče vlasů. Je tedy mj. vhodný pro ochranu zásuvek, u kterých lze předpokládat připojení těchto spotřebičů, např. zásuvek v koupelně.

c) chrániče typu B

Chrániče typu B jsou vhodné pro ochranu v elektrických rozvodech nebo jejich částech, ve kterých se mohou vyskytnout jak střídavé nebo pulzující stejnosměrné reziduální proudy, tak i hladké stejnosměrné reziduální proudy. Vzhledem k velmi omezenému použití je většina dodavatelů nemá ve své základní nabídce. V bytové výstavbě se nepoužívají.

*Proudové chrániče podle vypínací charakteristiky (časového zpoždění vypnutí):*

a) chrániče pro všeobecné použití – bez zpoždění – (obvykle bez označení)

Odolnost těchto chráničů proti rázovému proudu ( $8/20 \mu s$ ) je minimálně 250 A. Mohou vybavovat v podstatě okamžitě při vzniku vypínacího reziduálního proudu (vypínací čas není zdola omezen).

b) chrániče se zpožděním min. 10 ms G

Odolnost těchto chráničů proti rázovému proudu ( $8/20 \mu s$ ) je 3 kA. Jejich doba nepůsobení (zpoždění) je minimálně 10 ms. Maximální vypínací doby v závislosti na velikosti vypínacího reziduálního proudu jsou stejné jako u chráničů pro všeobecné použití. Tyto chrániče zaručují velkou odolnost, a to nejen proti zapínacím proudům, ale také proti krátkodobým reziduálním proudům, které jsou vyvolány spínacím přepětím při použití odrušovacích kapacitních filtrů nebo atmosférickým přepětím při použití přepětiových ochran, popř. nabíjecími proudy kapacit proti zemi (dlouhá vedení, kapacitní filtry) atd. Chrániče se zpožděním tak významně omezují počet nežádoucích vypnutí.

c) selektivní proudové chrániče – se zpožděním min. 40 ms S

Odolnost těchto chráničů proti rázovému proudu ( $8/20 \mu s$ ) je 5 kA. Jejich doba nepůsobení je minimálně 40 ms. Mají ještě větší odolnost proti zapínacím a krátkodobým reziduálním proudům. Používají se většinou jako hlavní chrániče. Umožňují dosažení selektivity mezi proudovými chrániči.

## Selektivita proudových chráničů

Aby byla zajištěna úplná selektivita (v celém rozsahu vypínacích reziduálních proudů) mezi dvěma za sebou řazenými proudovými chrániči (obr. 1), musí být splněny dvě podmínky:

1. Doby nepůsobení předřazeného proudového chrániče (blíže ke zdroji) pro všechny hodnoty vypínacího reziduálního proudu musí být delší než celkové vypínací časy přiřazeného proudového chrániče. Tuto podmínku může jako předřazený chránič splnit jen selektivní proudový chránič, a to ještě při splnění i druhé podmínky.

2. Proudové chrániče mohou podle předmetové normy ČSN EN 61008 (Proudové chrániče) vypínat již při dosažení 50 % svého jmenovitého reziduálního proudu. Vyrábějí se obvykle v řadě jmenovitých reziduálních proudů  $I_{\Delta n} = 10, 30, 100, 300 \dots$  mA. Lze tedy formulovat obecně druhou podmínku:

Jmenovitý reziduální proud předřazeného proudového chrániče musí být minimálně třikrát větší než jmenovitý reziduální proud přiřazeného proudového chrániče.

Přiřazený proudový chránič může být buď pro všeobecné použití, nebo se zpožděním G .

## Ochrana proudových chráničů proti nadproudům

U proudového chrániče se jako jeden z parametrů udává jmenovitý podmíněný zkratový proud  $I_{nc}$  spolu se stanoveným předřazeným jisticím přístrojem. Aby byla zajištěna ochrana chrániče proti zkratu, musí být počáteční rázový zkratový proud  $I_k$  v místě předřazeného jisticího přístroje menší nebo maximálně roven jmenovitému podmíněnému zkratovému proudu  $I_{nc}$  chrániče, tedy:  $I_k \leq I_{nc}$

Dalším uváděným parametrem je jmenovitý proud  $I_n$ . Proud této velikosti může daný chránič přenášet trvale. Větší proudy může přenášet jen po omezenou dobu, a musí tedy být do určité doby odpojeny jisticím přístrojem. Jsou-li jako nadproudová ochrana chráničů dodávaných OEZ zvoleny jističe LPE, LPN nebo LST (či také dříve vyráběné LSE a LSN), měl by být jejich jmenovitý proud menší nebo maximálně roven jmenovitému proudu proudového chrániče, tedy:  $I_n \text{ jističe} \leq I_n \text{ chrániče}$

Tuto nerovnost je třeba chápat tak, že nehrozí-li chrániči opakované dlouhodobé přetížení malými nadproudy (asi do  $1,45I_n$  chrániče), lze použít jistič stejného jmenovitého proudu jako chránič. Proti větším nadproudům je ochrana tímto jističem dostatečně účinná. Nedají-li se dlouhodobá malá přetížení vyloučit, je třeba použít jistič s jmenovitým proudem o jeden stupeň nižším než běžné řady jmenovitých proudů (jističe podle ČSN EN 60898 mohou vypínat v krajním případě až při  $1,45I_n$  jističe). Takto zvolený jistič je schopen zajistit ochranu chrániči v celém rozsahu nadproudů až do hodnoty zkratového proudu  $I_k$ , který se rovná jmenovitému podmíněnému zkratovému proudu chrániče  $I_{nc}$  s tímto jističem (viz katalogová dokumentace OEZ: Modulární přístroje MINIA).

## Modelové návrhy rozvodu nn bytu

Dále jsou uvedeny návrhy řešení bytového rozvodu v několika variantách, a to předně z hlediska bezpečnosti (úrovně zajištění ochrany před úrazem elektrickým proudem v závislosti na rozsahu chráněných koncových obvodů proudovými chrániči) a dále z hlediska

nezávislosti napájení jednotlivých vývodů (vliv poruchy v jednom obvodu na napájení jiných obvodů), a tím také investičních nákladů.

Návrhy je třeba chápat jen jako modelové pro vysvětlení problematiky. Ve skutečnosti mohou z hlediska množství koncových obvodů, jejich dělení a obsahu nabývat velké rozmanitosti podle dispozice konkrétního bytu a požadavků investora.

#### a) Ekonomický návrh

Koncepce řešení ekonomického návrhu vychází ze zajištění požadavků ochranného opatření **automatické odpojení od zdroje a doplňkové ochrany proudovým chráničem**, tedy požadavků ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 a minimalizace investičních nákladů na ochranné a spínací přístroje (obr. 2).

Na vstupu bytové rozvodnice je z důvodu možnosti místního odpojení celého bytu použit např. vypínač APN 32 ( $I_n = 32 \text{ A}$ ), splňující požadavky na bezpečné odpojení. Dále je proveden přechod ze sítě TN-C na TN-S, tj. vodič PEN je rozdělen na PE a N.

Koncové obvody, které nepodléhají požadavku doplňkové ochrany proudovým chráničem, jsou připojeny přes ochranné jističe, které zajišťují jejich nadproudovou ochranu a ochranu při poruše automatickým odpojením od zdroje. V tomto případě jde o obvody napájející sporák, bojler a světla mimo koupelnu.

Všechny koncové obvody, které vyžadují doplňkovou ochranu, jsou připojeny přes proudový chránič s jmenovitým reziduálním proudem  $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$ . Vzhledem k minimalizaci nákladů je použit jeden společný čtyřpólový chránič. Mimo doplňkovou ochranu zajišťuje tento chránič, je-li napětově nezávislý, také současně ochranu při poruše automatickým odpojením. Dílčí koncové obvody jsou za chráničem připojeny na jednotlivé fáze s ohledem na jejich rovnoměrné zatížení.

V tomto případě jsou přes proudový chránič připojeny obvody zásuvek v pokojích, koupelně, kuchyňské linky a ostatní zásuvky v kuchyni, zásuvky pro pračku a myčku a světla v koupelně.

Proudový chránič je chráněn proti nadproudům hlavním domovním jističem Q33H s jmenovitým proudem  $I_n = 25 \text{ A}$  (např. LPN-25B-3) umístěným v elektroměřovém rozváděči. Protože nelze zcela vyloučit možnost malých dlouhodobých nadproudů vzhledem k připojeným obvodům, je vhodné použít proudový chránič s jmenovitým proudem  $I_n = 40 \text{ A}$ .

Protože lze předpokládat, že součástí zařízení bytu budou elektronické spotřebiče citlivé na přepětí napájené ze zásuvek a že budou alespoň některé z nich chráněny místními přepětiovými ochranami 3. stupně (T3), je vhodné použít zpožděný proudový chránič G (významně omezíme počet nežádoucích vypnutí). Tato volba je vhodná také vzhledem k tomu, že není instalován samostatný zásuvkový obvod pro chladničku bez proudového chrániče (v mnoha případech není dopředu známo přesné uspořádání vybavení bytu, a pokud ano, časem se může změnit).

Vzhledem k tomu, že proudový chránič zajišťuje také doplňkovou ochranu zásuvkového obvodu v koupelně, kde nelze vyloučit připojení spotřebičů, u kterých se ke snížení výkonu využívá dioda, je vhodné použít proudový chránič typu A.

Pro výše uvedený modelový návrh je tedy vhodný čtyřpólový proudový chránič s jmenovitým reziduálním proudem  $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$ , jmenovitým proudem  $I_n = 40$ , zpožděný G a reagující také na stejnosměrný pulzující proud, tj. typ A. Těmto požadavkům odpovídá proudový chránič dodávaný OEZ mající typové označení: OFI-40-4-030A-G.

#### b) Návrh s centrálním proudovým chráničem

Ve snaze zajistit vyšší úroveň ochrany před úrazem elektrickým proudem při minimalizaci investičních nákladů se nabízí a také mnohdy realizuje zapojení s centrálním chráničem (obr. 3).

Při tomto řešení je na vstupu bytové rozvodnice místo vypínače použit proudový chránič s jmenovitým reziduálním proudem  $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$ . Před tímto proudovým chráničem je nutné provést přechod ze sítě TN-C na TN-S. Proudový chránič zajišťuje jednak doplňkovou ochranu, jednak také ochranu při poruše a před požárem v důsledku plazivých proudů celého následného rozvodu. Používá se také k místnímu odpojení celého bytu (chrániče splňují požadavky pro bezpečné odpojení).

Řešení se jeví velmi vhodné, má ale zásadní nedostatek. Tím je odpojení celého bytu od napájení v případě vzniku poruchy v kterékoliv části rozvodu za proudovým chráničem, který vyvolal vypnutí tohoto chrániče.

Vypnutí chrániče může být způsobeno vznikem poruchového proudu v důsledku porušení izolace mezi živou a neživou částí elektrického zařízení – zkratem nebo jen zhoršením izolačního stavu po určité době – zvýšení poruchového proudu nad hodnotu vypínacího reziduálního proudu chrániče (proudový chránič s  $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$  může vypínat již při  $15 \text{ mA}$ !). Dále v důsledku iniciace použitých přepětových ochranných atmosférickým nebo spínacím přepětím. Nezanedbatelné hodnoty poruchového proudu mohou být také způsobeny kapacitními proudy v rozsáhlejších instalacích (100 m vedení kabely CYKY, CYKYLo apod. odpovídá kapacitní proud 1 až 2 mA) nebo kapacitními proudy odrušovacích filtrů spínaných zdrojů (počítače, elektronické předřadníky zářivek a jiných výbojek atd.) a také nabíjecími proudy těchto kapacit.

Je třeba si uvědomit, že na výsledném poruchovém proudu se podílejí všechny dílčí poruchové proudy jednotlivých částí instalace, které jsou zapojeny za společným proudovým chráničem. Vypnutí proudového chrániče může být způsobeno také náhodným spojením vodičů PE a N za chráničem.

Pokud je použita dvoutarifní sazba, musí být cívka stykače zapínajícího spotřebič v době nízkého tarifu zapojena na fázový vodič před proudovým chráničem, protože nulový vodič N neprochází v tomto případě chráničem, ale je veden přímo k cílce stykače z elektroměrového rozváděče, kde je spínán sazbovým spínačem (přijímač HDO).

Vzhledem k uvedenému zásadnímu nedostatku není řešení s centrálním proudovým chráničem vhodné. Má-li být přesto toto řešení aplikováno, měl by v tomto případě být použit proudový chránič s jmenovitým proudem  $I_n = 40 \text{ A}$  (chrání jej jistič  $I_n = 25 \text{ A}$ , neboť vzhledem ke všem připojeným obvodům nelze zcela vyloučit možnost malých dlouhodobých nadproudů) a zpožděný G pro omezení nežádoucího vypnutí. Ze stejného důvodu jako v předešlém návrhu lze použít chránič typu A, tedy proudový chránič stejného typového označení OFI-40-4-030A-G jako v předešlém návrhu.

c) Návrh se zvýšenou bezpečností a spolehlivostí

Větší bezpečnosti z hlediska možného úrazu elektrickým proudem je dosaženo tím, že veškeré koncové obvody, tedy elektrická zařízení, jsou připojeny přes proudové chrániče s jmenovitým reziduálním proudem  $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$  (obr. 4). Větší spolehlivost je zajištěna vhodným rozdělením obvodů do skupin chráněných samostatnými čtyřpólovými proudovými chrániči.

V tomto případě mohou být použity všechny proudové chrániče s jmenovitým proudem  $I_n = 25 \text{ A}$ . Proudové chrániče FI1 a FI2 jsou vhodné typu AC pro všeobecné použití (bez zpoždění) reagující na střídavý proud.

Proudový chránič FI3, vzhledem k chráněnému obvodu zásuvek v koupelně, je vhodný typu A pro všeobecné použití.

Chránič FI4, vzhledem k tomu, že chrání zásuvky, do kterých mohou být připojeny spotřebiče s ochranami proti přepětí T3 a předpokládá se připojení chladničky do zásuvkového obvodu v kuchyni, není ale předpoklad výskytu stejnosměrného pulzujícího poruchového proudu, je vhodný typu AC se zpožděním G.

Pro zajištění správné funkce proudových chráničů je třeba důsledně dbát při zapojování bytové rozvodnice, aby nulové vodiče N byly za jednotlivými proudovými chrániči vzájemně odděleny a aby koncové obvody náležející k jednomu proudovému chrániči (jejich vodiče N) byly připojeny k tomuto chrániči, nikoliv nedopatřením k jinému.

Spolehlivost napájení (nezávislost na poruše) jednotlivých koncových obvodů může být dále zvýšena použitím dvoupólových chráničů (s výhodou s integrovanou nadproudovou ochranou) pro jednotlivé nebo alespoň pro některé důležité koncové obvody. Lze také využít možnosti uvedené v ČSN 33 2000-7-701 (Příloha ZA, Zvláštní národní podmínky – Česká republika) nepřipojovat obvod napájející bojler přes proudový chránič, a jak již bylo uvedeno, možnosti uvedené v normě ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 (čl. 411.3.3, poznámka N) nepřipojovat zásuvku napájející chladničku nebo počítač přes proudový chránič s  $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$ .

Koncové obvody, zvláště světelné a zásuvkové, mohou být samozřejmě řešeny různě – mohou zahrnovat různé části bytu.

Pro jištění obvodů za proudovými chrániči je vhodné použít jističe umožňující vypínat nulový vodič, tj. s pólem N (1+N nebo 3+N), i když to není podmínkou. To se týká obzvláště případu, je-li použito řešení s centrálním proudovým chráničem. V případě poruchy mezi vodičem N a PE lze postižený obvod potom odpojit. Lze tak provozovat zbývající část rozvodu do doby, než je porucha odstraněna. Tato porucha se také výrazně jednodušeji zjišťuje.

Další informace mohou zájemci získat na adrese:

**OEZ s. r. o.**

Šedivská 339

561 51 Letohrad

<http://www.oez.cz>

Modulární přístroje MINIA

tel.: +420 465 672 190

e-mail: [minia.cz@oez.com](mailto:minia.cz@oez.com)

Teorie jištění, spolupráce přístrojů, program Sichr

tel.: +420 465 672 194

e-mail: [sichr.cz@oez.com](mailto:sichr.cz@oez.com)

*Obr. 1. Příklad selektivního řazení proudových chráničů*

*Obr. 2. Ekonomický návrh*

*Obr. 3. Návrh s centrálním proudovým chráničem*

*Obr. 4. Návrh se zvýšenou bezpečností a spolehlivostí*