Elektrotechnologie: elektronický rozvaděč a rozvodnice, podružní rozvaděč, PE ochranný vodič, přepěťové moduly

Rozvaděč je elektrické rozvodné zařízení, u něhož přístroje a nosné konstrukce tvoří celek, jenž je dodáván jako stavebnice může být sestaven a propojen ve výrobním závodě. Jeho náplní je soubor různých typů spínacích, ochranných, řídících, regulačních, signalizačních a měřících zařízení se všemi vnitřními elektrickými a mechanickými propojením a konstrukčními částmi. Vstupuje do něj napájecí kabel a kabely od snímačů, čidel a různých ovladačů. Vystupují z něj kabely k dalším rozvaděčům a jednotlivým spotřebičům nebo zásuvkovým a světelným okruhům. Provozní podmínky a konstrukční požadavky jsou definované v jednotlivých normách ČSN EN 61439, včetně požadavků na výrobní štítek, který musí rozvaděč nosit. Norma ve spojitosti s rozvadečem definuje mj. následující čtyři pojmy:

- Systém rozvaděče - Kompletní rozsah mechanických a elektrických součástí– skříně, přípojnice, funkční jednotky a tak dále– jak je definován původním výrobcem, které mohou být namontovány podle pokynů původního výrobce pro vytvoření různých rozvaděčů
- Hlavní obvod rozvaděče - Všechny vodivé části rozvaděče zařazené do obvodu, který je určen k přenosu elektrické energie
- Živá část - Vodič nebo vodivá část, které mají být v normálním provozu pod napětím, včetně nulového vodiče, avšak podle dohody s výjimkou vodiče PEN
- Neživá část - Vodivá část rozvaděče, které je možné se dotknout a která není obvykle pod napětím, která se však může stát nebezpečnou živou částí v podmínkách poruchy

Konstrukčními jednotkami každého rozvaděče je pole a oddíl. Pole je mezi dvěma po sobě jdoucími svislými vymezeními a oddíl mezi dvěma po sobě jdoucími svislými nebo vodorovnými vymezeními v rámci jednoho pole. Nejčastěji je použit stupeň krytí IP20, ale v potřebných podmínkách možné až IP67.

Rozlišujeme obecně čtyři způsoby montáže rozvaděčů - zaprvé pomocí pilířů, kdy rozvaděč je umístěný ve volném prostoru ve zděném či plastovém pilíře, kabely jsou podstavce svedeny do země a rozvod je zemí, zadruhé pomocí montáže do zdi, kdy rozvaděč osazený ve výklenku ve zdivu a kabely jsou umístěné ve stavebních konstrukcích, například pod omítkou nebo v dutinách sádrokartonových stěn. Třetím způsobem je rozvaděč na stěně, kdy je rozvaděč osazený na stěně či v konstrukci a kabely jsou vedené po povrchu stěny v lištách nebo elektroinstalačních žlabech a trubkách. Poslední možností je osazení rozvaděče na stožár venkovního osvětlení a kabely uložit v ochranných trubkách.

Rozvaděče lze dále dělit mnoha způsoby. Dále uvedu pouze vybrané konkrétní typy.

Hlavní rozvadeč je rozvaděč pro určitý stavební nebo provozní celek (objekt, nemovitost), ze kterého jsou zpravidla napájeny podružné rozvaděče tohoto celku (např. hlavní rozvaděč pro celý areál, hlavní rozvaděč kuchyně, hlavní rozvaděč dílny, hlavní rozvaděč kotelny apod.).

Podružný rozvaděč je rozvaděč napájený z hlavního rozvaděče, popř. z jiného podružného rozváděče. V bytových objektech jsou často skříně pro montáž na povrch, které obsahují několik jističů a proudových chráničů a na jejich kryty jsou přímo namontovány jednofázové i třífázové zásuvky.

Rozvodnice určená k provozování laiky (DBO) je rozvadeč používaný pro rozvod elektrické energie v aplikacích v domácnosti (napájení bytových rozvodů) a na jiných místech kde mají provoz provádět laici. Tato rozvodnice nemusí mít hlavní vypínač. Má svorkovnici, na kterou je přivedeno vstupní vedení a další kabely (elektroenergetické, popřípaděě datové, od různých snímačů, čidel, ovladačů apod.). Vystupují z ní kabely k dalším rozvaděčům, k elektrickým spotřebičům nebo zásuvkovým a světelným okruhům. Svorkovnice je modulární pro přístroje jističů, chráničů a dalších přístrojů na lištu DIN.

Výkonový rozvadeč je rozvadeč nízkého napětí používaný pro rozvod a regulaci energie pro všechny typy zátěží, určený pro průmyslové, komerční a podobné aplikace, neovládaný laiky. Příkladem je staveništní rozvaděč ACS nebo přípojnicový rozvaděč BTS. Staveništní rozvaděč ACS kombinuje jeden nebo více transformačních nebo spínacích přístrojů nízkého napětí s přidruženým řídícím, měřícím, signalizační, ochranným a regulačním zařízením, kompletní se všemi jejich vnitřními elektrickými a mechanickými spoji a konstrukčními částmi, navrženými a vyrobenými pro použití na všech staveništích (vnitřních i venkovních). Měřící jednotka je funkční jednotkou vybavenou přístroji pro měření elektrické energie. Transformátorová jednotka je funkční jednotka sestávající hlavně z jednoho nebo několika transformátorů. Krytý ACS je určen buď k namontování na svislém povrchu nebo k postavení nám vodorovném povrchu podepřený patkami nebo nožkami. Přípojnicový rozvod BTS je krytý rozvaděč používaný pro rozvod a regulaci elektrické energie pro všechny typy zátěží, určený pro použití v průmyslu, obchodních prostorách a pro podobná použití, ve formě soustavy vodičů zahrnující přípojnice, které jsou odděleny a podepřeny izolační materiálem v elektroinstalačním kanálu, žlabu nebo podobném krytu.

Distribuční rozvaděč pro veřejné distribuční elektrické sítě PENDA se obvykle instaluje ve veřejné distribuční elektrické síti a který při používání dostává elektrickou energii z jednoho nebo více napájecích zdrojů a rozvádí tuto energii jedním nebo více kabely do jiného zařízení.

Existují různé druhy rozvodných sítí. Při vypracovávání návrhu přepěťových ochran a výběru rozvadečů či rozvodnic je nutné toto vzít v potaz. Běžně se lze setkat se třemi typy rozvodných sítí: TN, TT a IT. První písmeno určuje, je-li uzel zdroje uzemněn (T), nebo izolován od země (I). Druhé písmeno rozlišuje, jsou-li chráněné neživé části spojeny pomocí ochranného vodiče se zemí (T), nebo s uzlem zdroje (N). V síti TN-C jsou využity čtyři vodiče (L1, L2, L3 a PEN). K ochraně proti přepětí je dostačující zapojení svodiče přepětí mezi pracovní vodiče a vodič PEN. V síti TN-S je využito pět vodičů (L1, L2, L3, N a PE).

Normy definují **ochranný vodič** jako vodič použitý pro účely bezpečnosti, například pro ochranu před úrazem elektrickým proudem. Jedná se o vodič, s označením **PE**, který slouží k elektrickému spojení s ostatními částmi zařízení a umožňuje tak realizovat některá ochranná opatření proti nebezpečnému průchodu el. proudu tělem. Barevné označení ochranného vodiče je zelenožluté (GNYE). Mezi příklady ochranného vodiče patří vodič

ochranného pospojování, vodič ochranného uzemnění a uzemňovací přívod, je-li použitý pro ochranu před úrazem elektrickým proudem.

Rozlišujeme tyto typy ochranných vodičů: vodiče v mnohožilových kabelech, izolované nebo holé vodiče ve společném obložení s pracovními vodiči, upevněné holé nebo izolované vodiče, kovové pláště kabelů.

Průřez každého ochranného vodiče musí splňovat podmínky pro automatické odpojení od zdroje požadované v článku 411.3.2 IEC 60364-4-41:2005 a musí být schopen vydržet mechanické a tepelné namáhání způsobené předpokládaným poruchovým proudem v průběhu doby, po kterou probíhá odpojování ochranným přístrojem. Jeho průřez musí být vypočítaný nebo stanovený podle tabulky v normě ČSN EN 33 200-5-54 ed. 2. Průřez žádného ochranného vodiče, který není součástí kabelu nebo který není ve společném obložení s vodiči vedení (fázovými vodiči) nesmí být menší než: 2,5 mm^2 Cu nebo 16 mm^2 Al, pokud je chráněn před mechanickým poškozením či 4 mm^2 Cu nebo 16 mm^2 Al, pokud není chráněn před mechanickým poškozením. Pro elektrická zařízení určená pro trvalé připojení, jejichž ochranným vodičem protéká proud vyšší než 10 mA, musí být navrženy zesílené ochranné vodiče. Ochranné vodiče musí být vhodným způsobem chráněny před mechanickým poškozením, chemickým nebo elektrochemickým rozrušováním, před elektrodynamickými a termodynamickými silami. Navíc každý spoj (např. kroucené spoje, svorkové spoje) mezi ochrannými vodiči nebo mezi ochranným vodičem a jinými zařízeními musí zajišťovat trvalou elektrickou spojitost a odpovídající mechanickou pevnost a mechanickou ochranu. Šrouby pro připojování ochranných vodičů nesmí sloužit k jinému účelu. Spojení nesmí být provedeny pájením. Veškeré elektrické spoje musí mít dostatečnou tepelnou kapacitu a mechanickou pevnost, aby vydržely jakékoliv proudové zatížení po jakoukoliv dobu, které se ve vodiči nebo v kabelu nebo v kabelovém krytu největšího průřezů může objevit. Spoje ochranných vodičů musí být přístupné, aby mohly být zkontrolovány a přezkoušeny. Ochranný vodič nesmí být vybaven žádným spínacím přístrojem, ale může mít spoje, které je možno pro potřebu zkoušení pomocí nástroje rozpojit.

Dále existují vodiče, které kromě ochranné funkce kombinují další funkci. Jedná se o vodiče PEN, PEL a PEM - ochranný vodič PE a zároveň vodič N/L/M. Při jejich návrhu se musí uvažovat s požadavky pro všechny jejich funkce. Tyto vodiče se mohou používat pouze v pevných instalacích a z důvodu mechanické pevnosti nesmí mít průřez menší než 10 mm^2 mědi nebo 16 mm^2 hliníku a musí mít izolaci na jmenovité napětí vodičů vedení. Dále jestliže počínaje nějakým bodem instalace jsou funkce vodiče nulového/středního/krajního a ochranného zajišťovány samostatnými vodiči, není dovoleno spojovat nulový/střední/krajní vodič s žádnou jinou uzemněnou částí instalace. Dovoluje se však, aby se jeden vodič PEN, PEL nebo PEM rozdělil na více než jeden nulový/střední/krajní vodič a na více než jeden ochranný vodič. Vodič PEN, PEL nebo PEM musí být spojen se svorkou nebo přípojnicí určenou pro ochranné vodiče, pokud není určitá svorka nebo přípojnice určená pro připojení vodiče PEN, PEL nebo PEM.

Přepětí je napětí, které svojí velikostí převyšuje amplitudu jmenovitého napětí a v elektrizační soustavě vzniká v důsledku provozních manipulací a změn, provázených přechodovými ději (např. tzv. spínací přepětí), v důsledku rezonance nebo v důsledku vnějších příčin (atmosférická přepětí). Přepětí se dále liší svou velikostí a časovým

průběhem. Podle časového průběhu se může jednat o trvalá přepětí, dočasná přepětí, přechodné přepětí nebo kombinované přepětí.
Při přímém zásahu budovy bleskem vybavenou hromosvodem je proud tohoto atmosférického impulzu sveden do země. Přechodná přepětí se však mohou dále šířit po budově přes uzemnění elektrické instalace. Tento přímý zásah může způsobit požár, poškození elektroinstalace v budově a vybavení budovy, a v horším případě zranit osoby v budově. Totéž platí pro zásah blesku do připojeného venkovního vedení spojeného s budovou. Energie blesku se může po kabelech šířit dál, způsobit požár a zničení vnitřní elektrické instalace. K přechodným přepětím může dojít také tehdy, když blesk udeří v blízkosti budovy, nebo v blízkosti venkovního vedení zavedeného do budovy. V takovém případě elektromagnetické pole, vytvořené proudem blesku, představuje odporovou a induktivní vazbu, která může způsobit narušení funkce nebo poškození vnitřní instalace nebo elektrického vybavení. K přechodnému přepětí může dojít také vlivem spínacích operací. Spínací přepětí obsahují méně energie, a mají tedy méně destruktivní projevy v porovnání s přechodnými přepětími vlivem zásahu bleskem. Objevují se však daleko častěji a způsobují předčasné stárnutí zařízení. Tato přepětí mohou způsobit závažné poškození elektronického obvodu a je třeba jim účinně čelit, pokud se chceme vyhnout nejenom drahým výpadkům ve výrobě a drahým nákladům na údržbu.Spínání jističů, transformátorů, motorů a induktivních zátěží obecně, případně náhlá změna zátěže způsobí rychlou změnu proudu (di/dt) a s tím související přechodné napěťové špičky. Tato napětí nemají sice takovou energii jako dynamická přepětí způsobená bleskem, ale zato se vyskytují daleko častěji a vznikají přímo v napájecí síti. Mají krátkodobé trvání, ostrou náběžnou hranu a vysokou vrcholovou hodnotu (která může dosáhnout i několika kV) a způsobují předčasné stárnutí/opotřebení elektronického zařízení.

Elektrická zařízení jsou obvykle konstruována tak aby vydržela určitou úroveň přepětí po určitou dobu. Za přepětí můžeme považovat napětí (U), které je oproti jmenovitému napětí (Un) dvojnásobné. Překročení jmenovité hodnoty napětí Un o 10–20 % je považováno za normální provozní stav. Nastavená ochranná hladina, kdy přepěťová ochrana začne omezovat napětí průchodem vnitřního proudu, musí být nižší, než je izolační hladina zařízení. Přechodná přepětí jsou velice častou příčinou poruch a zničení citlivých elektrických zařízení, jako jsou počítače, modemy a další elektronika, televizory a antény, ledničky, pračky atd., a další drahá zařízení, samozřejmě nejen v domácnostech. Přechodná přepětí jsou také příčinou poruch elektrických zařízení a ztrát ve výrobě. Provázanost a složitost distribučního vedení elektrických sítí může způsobit šíření přepětí i do vzdálenosti mnoha kilometrů.

Proti přepětí, které by mohlo zařízení poškodit, je nutno zařízení chránit vhodnou ochranou (bleskosvody, zemnící lana, ochranná jiskřiště, svodiče přepětí). **Modul přepěťové ochrany** je zařízení, které zamezuje nebo omezuje vznik přepětí a zneškodňuje jeho účinky. Nejjednodušší přepěťové ochrany se skládají z jednotlivých součástek, které lze souhrnně označit jako ochranné prvky, tzv. svodiče přepětí. Rozdělují se například na ochranné jiskřiště, průrazky, bleskojistky, diaky, triaky, tyristory, Zenerovy diody, lavinové diody, supresorové diody a speciální rychlé polovodičové součástky, a v poslední době v sítích téměř výhradně používané varistory z kysličníků kovů (ZnO). Někdy jsou označeny jako bleskojistky nebo svodiče přepětí. Základní myšlenkou při ochraně koncových zařízení je koordinovaná ochrana proti přepětí. Jde o postupné snižování přepětí v několika stupních, viz obr. 8, vycházející z ČSN EN 60664-1. První stupeň je vhodné umístit co nejblíže hlavní

uzemňovací svorce (vstupu vedení do objektu). Jen tak se docílí optimálního vyrovnání potenciálů v objektu. Třetí stupeň je naopak vhodné instalovat co nejblíže u spotřebičů. Druhý stupeň se umístí někde mezi nimi. Buď v samostatném rozváděči, a nebo spolu s prvním stupněm. Vícestupňová přepěťová ochrana je nutná, jelikož čím větší bleskový proud je schopna přepěťová ochrana svést, tím vyšší zbytkové přepětí je zaneseno do následné instalace. Toto přepětí není způsobeno pouze ochrannou napěťovou hladinou U_p, ale i napětím naindukovaným na přívodních vodičích průchodem bleskového proudu. Proto je vhodnější použít první a druhý stupeň odděleně, v kaskádě.

Typové označení přepěťové ochrany přesně definuje její konkrétní typ a použití. Můžeme se setkat s následujícími písmeny v jejich označení. Pro označení hlavního prvku může být písmeno V (varistor - napěťově závislý odpor) nebo J (jiskřiče). Další písmena mohou označovat třídu (zároveň i stupeň) přepěťové ochrany dle rozdělení koordinace ochrany koncových zařízení (B,C,D). Typové označení pokračuje číselným údajem. Zde je již jiná logika pro svodiče bleskových proudů (T1, T1+2) a svodiče přepětí (T2 a T3). U svodičů bleskových proudů je uveden impulzní proud I_{imp} na jeden pól přístroje. U svodičů přepětí číselný údaj udává nejvyšší trvalé provozní napětí U_c. Je to napětí, které může být na svodič přepětí trvale připojeno, aniž by ovlivnilo jeho životnost. Bude-li připojeno vyšší napětí, bude struktura varistoru dlouhodobě zatěžována a životnost se tak zkrátí. Dalším údajem je nformace o počtu a typu pólů. Číslice udává počet pólů, které lze zapojit mezi pracovní vodiče a vodič PEN (popř. PE nebo N). Jestliže za číslicí následuje písmeno N, je jeden modul určen pro zapojení mezi N a PE. Jde o součtové jiskřiště zajišťující oddělení N a PE. Poslední informací je, jde-li o kompletní základnu s moduly, nebo pouze o náhradní modul. Poslední písmeno určuje, je-li přepěťová ochrana vybavena dálkovou signalizací poruchy, či nikoliv: M - samostatný modul, MZ - základna + moduly, MZS - základna + moduly + dálková signalizace, AS - provedení do zásuvkové krabice s akustickou signalizací poruchy.