

# SHORT-CIRCUIT CALCULATION OF DISTRIBUTION NETWORK

**David Topolánek**

Master Degree Programme, FEEC BUT

E-mail: xtopol02@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Petr Toman

E-mail: toman@feec.vutbr.cz

## ABSTRACT

All electrical systems are susceptible to short circuits and the abnormal current levels they create. These currents can produce considerable thermal and mechanical stresses in electrical distribution equipment. Because increase of power consumption results in growth short-circuit current. Therefore, it's important to protect personnel and equipment by calculating short-circuit currents during system upgrade and design. Distribution equipment, such as circuit breakers, fuse and switchgear, have interrupting or withstand ratings defined as the maximum rms values of symmetrical current.

## 1. ÚVOD

Akciová společnost PRECHEZA se sídlem v Přerově se zabývá výrobou a prodejem produktů anorganické chemie. Rozhodujícím výrobním i obchodním artiklem akciové společnosti je v současné době titanová běloba, jejíž výroba patří mezi energeticky náročné procesy. V současné době představují náklady na nákup elektrické energie ze Severomoravské energetiky, a.s. 26% z celkových nákladů společnosti. Z důvodu vysokých nákladů na nákup elektrické energie zvažuje společnost Precheza a.s. instalovat vlastní zdroj elektrické energie, čímž se změní zkratové poměry v lokální distribuční soustavě společnosti a tím i s ní propojených Přerovských strojárnách. Úkolem této práce bude provést výpočet zkratových poměrů LDS Precheza a posoudit zkratovou odolnost rozveden. V případě překročení zkratové odolnosti provést návrh protipatření a zhodnocení jednotlivých variant.

## 2. POPIS LOKÁLNÍ DISTRIBUČNÍ SOUSTAVY.

Dodavatelem elektrické energie pro potřeby společnosti Precheza a.s. Přerov je akciová společnost Severomoravská energetika. Společnost Precheza a.s. odebírá elektrickou energii z distribuční sítě dodavatele 110 kV. Hlavním předávacím místem je transformovna VVN/VN (110/22 kV), která je umístěna v areálu společnosti Přerovské strojárny a.s.. Výstavba této transformovny byla v minulosti provedena jako sdružená investice společností Precheza a Přerovské strojárny. Odtud je provedena kabelová přípojka 22 kV do hlavní transformovny R10 VN/VN (22/6 kV) v areálu společnosti Precheza a.s., která je osazena třemi kusy transformátorů o zdánlivém výkonu 2 x 12,5 MVA a 16 MVA. Z transformovny R10 je elektřina na napěťové hladině 6 kV rozvedena do distribučních transformoven R30, R31, R33, R34, R35 VN/NN (6/0,4 kV).

### 3. OVĚŘENÍ ZKRATOVÉ ODOLNOSTI ROZVODEN

#### 3.1. PŘEDPOKLADY VÝPOČTU

- Základem pro výpočet byla česká norma ČSN EN 60909-0: *Zkratové proudy v trojfázových střídavých soustavách. Část 0: Výpočet proudů* [1] a normy [2], [3]
- Pro ověření zkratové odolnosti se počítá maximální zkratový proud
- Předpokládá se pouze souměrný trojfázový zkrat
- Výpočet zkratové impedance se prováděl v poměrných hodnotách
- Pro vztažný výkon a napětí jsou zvoleny tyto hodnoty:  $U_v = 6kV$ ,  $S_v = 350MVA$
- Jsou zvoleny čtyři místa zkratů A, B, C, D v rozvodnách R31, R33, R34 a R35
- Zadané parametry zkratového příspěvku v rozvodně R10 jsou:

$$\begin{aligned} S_{ks} &= 149,55MVA \\ I'_{\dots} &= 1,18kA \\ I_{km} &= 10,75kA \\ U_{ns} &= 12kV \end{aligned} \quad (3.1)$$

- Zkratové odolnosti rozvoden jsou uvedeny v **Tab. 3-1**

#### 3.2. VÝPOČET POČÁTEČNÍHO SOUMĚRNÉHO ZKRATOVÉHO PROUDU

Podle postupu popsaného v [1] byli vypočítány hodnoty počátečního souměrného zkratového proudu  $I'_{\dots}$  (**Tab. 3-1**). Pro dimenzování elektrických zařízení na dynamické účinky zkratového proudu je rozhodující hodnota velikosti dynamického proudu  $I_{dyn}$ , která je udávána výrobcem. Tato hodnota udává maximální možný proud procházející zařízením, kterému zařízení bez poškození dokáže odolat. Proto je při zkratových výpočtech velice důležitá hodnota nárazového zkratového proudu  $i_p$ , který musí splnit podmínku (3.2)

$$i_p \leq I_{dyn} \quad (3.2)$$

Z počátečních souměrných zkratových proudů se vypočtou nárazové zkratové proudy pro příslušné místa zkratů podle (3.3)

$$i_p = k \cdot \sqrt{2} \cdot I'_{\dots} \quad (3.3)$$

Součinitel  $k$  se dá určit z grafu nebo ze vztahu podle poměru  $R/X$  [1]

Výsledné hodnoty vypočtených souměrných trojfázových a nárazových zkratových proudů pro místa zkratů na zvolených rozvodnách jsou vypsány v **Tab. 3-1**. Při porovnání nárazového zkratového proudu a dynamického zkratového proudu podle podmínky (3.2) je zřejmé, že dané rozvodny vyhovují zkratové odolnosti.

**Tab. 3-1:** Počáteční souměrné, nárazové a dynamické zkratové proudy rozveden v LDS

Rozvodna	$I'_{k-A}$ [kA]	$i_{pA}$ [kA]	$I_{dyn}$ [kA]
R31	$I'_{k-A} = 14,079 \text{ kA}$	$i_{pA} = 16,591 \text{ kA}$	$I_{dyn_{R31}} = 53 \text{ kA}$
R33	$I'_{k-B} = 16,232 \text{ kA}$	$i_{pB} = 15,298 \text{ kA}$	$I_{dyn_{R33}} = 53 \text{ kA}$
R34	$I'_{k-C} = 16,241 \text{ kA}$	$i_{pC} = 15,234 \text{ kA}$	$I_{dyn_{R34}} = 53 \text{ kA}$
R35	$I'_{k-D} = 11,881 \text{ kA}$	$i_{pD} = 10,752 \text{ kA}$	$I_{dyn_{R35}} = 07 \text{ kA}$

#### 4. ZÁVĚR

Vzhledem k tomu, že má lokální distribuční síť Precheza velký počet transformátorů VN/NN, musíme při výpočtu maximálního zkratového proudu brát v úvahu i jejich zatížení. Typy zatížení transformátorů VN/NN nejsou přesně známy, proto se počítalo s předpokladem, že jsou transformátory zatíženy náhradním motorem, který má poloviční výkon než je jmenovitý výkon transformátoru. Transformátory VN/NN v LDS mají jmenovitý výkon 1MVA, proto zatížení transformátorů pokrývá ekvivalentní motor o jmenovitém zatížení 0,5MVA. Toto zatížení se bralo v úvahu pouze pro transformátory VN/NN, které jsou současně v chodu. Sečtením takto definované zátěže obdržíme hodnotu větší než je hodnota skutečného odběru společnosti. Proto vypočtené hodnoty zkratových proudů budou větší než skutečné hodnoty.

Výsledky počátečních rázových zkratových proudů jsou uvedeny v **Tab. 3-1**, hodnoty jsou uvedeny pro čtyři různá místa zkratu (R31, R33, R34 a R35). Pro tyto hodnoty proudů byly vypočteny i velikosti nárazových zkratových proudů, které jsou uvedeny v **Tab. 3-1**. Při porovnání těchto hodnot s hodnotami zkratových odolností rozveden (**Tab. 3-1**) vyplývá, že zkratové odolnosti rozveden R31, R33, R34 a R35 jsou vyšší. Z toho vyplývá, že rozvodny bezpečně odolají dynamickým účinkům zkratového proudu. V případě překročení zkratové odolnosti rozveden by muselo dojít k omezení velikosti zkratového proudu nebo k zvýšení zkratové odolnosti rozveden. Nejvhodnější je varianta omezení zkratového proudu pomocí rozdělení síťových zdrojů a útvarů (dělení přípojnic), popřípadě pomocí reaktoru.

#### LITERATURA

- [1] ČSN EN 60909-0: *Zkratové proudy v trojfázových střídavých soustavách. Část 0: Výpočet proudů.*, květen 2002.
- [2] ČSN 33 3022-1: *Zkratové proudy v trojfázových střídavých soustavách. Část 3: Součinitele pro výpočet zkratových proudů podle IEC 60909-0*, květen 2004.
- [3] ČSN IEC 909-2: *Data pro výpočty zkratových proudů v souladu s IEC 909:1988*, květen 1997.
- [4] MEŠTER, M.: *Výpočet zkratových proudů v trojfázových střídavých soustavách*. Banská Bystrica: PRO, s. r. o., 2005.