

Nové technologie řízení provozu měníren MHD

Jiří JANOŠÍK

projekční a montážní práce v oblasti dopravy , Jiráskova 1192/5c, Ostrava-Polanka

Úvodem

Předmětem následujícího příspěvku je informace o nových systémech užitých pro zajištění ochrany trakčního obvodu před následky nadproudů v měnírnách DP Ostrava a. s. Informace zahrnuje 2 témata:

1. Ochrana trakčních kabelů před přetížením pomocí snímání teploty jader kabelů
2. Nový systém měření odporu trati.

1 Ochrana trakčních kabelů před přetížením pomocí snímání teploty jader.

Charakter zatížení trakčního obvodu:

Zatížení trakčního obvodu je reprezentováno soustavou proudových špiček o délce několika sekund, které představují rozjezdy a brzdění tramvají. Určení střední hodnoty zatěžovacího proudu je problematické a je předmětem řady diskusí o možnosti přetížení trakčního obvodu.

Měničny DP Ostrava byly v 70. letech vybaveny registračními přístroji pro měření proudu jednotlivých napáječů, usměrňovacích skupin příp. celkového proudu měničny. Záznamy pořizované po řadu let jasně ukazovaly nerovnoměrnost zatížení měničny a jednotlivých úseků trati v průběhu dne.

Dimenzování trakčního obvodu:

Návrh dimenzování trakčního obvodu vychází ze tří hledisek:

- a) zajištění nejmenšího přípustného napětí na trati dle ČSN 37 6754, čl. 4.7.1.
- b) zajištění ochrany před účinky zkratových proudů dle ČSN 34 1500, čl. 9.2 b), 9.5.
- c) zajištění ochrany před účinky nadproudů vzniklých zvýšeným trakčním odběrem dle ČSN 34 1500 čl. 9.2 a), 9.5

Ad a) U nově budovaných tratí vychází návrh z energetického výpočtu, který je postaven na předpokládané hustotě dopravy v daném úseku. U tratí již provozovaných je objektivnější provádět dlouhodobá měření hodnoty napětí v jednotlivých úsecích. Současný stav techniky umožňuje získání a vyhodnocení takového objemu dat, který umožní vytvoření přesného obrazu o situaci na trati a následně provedení opatření bez rizika neúčelně vynaložených nákladů. V DP Ostrava je monitorování napětí elektronickou záznamovou jednotkou na konci jednotlivých úseků trati prováděno podle potřeby.

Ad b) Ochrana před účinky zkratových proudů klasických měníren zajišťuje nadproudová spoušť rychlovyvínače, nastavená na hodnotu určenou zkratovým výpočtem. Metodika získávání této hodnoty měřením není obvyklá.

Ad c) Tato část návrhu je předmětem mnoha sporů a diskusí. Jak vyplývá z výše uvedeného popisu charakteru zatížení trakčního obvodu, jedná se o zatížení velmi nerovnoměrné, měnící se v průběhu dne, týdne i roku.

Zatím co trakč. transformátory i usm. jednotky v měnírně jsou spolehlivě chráněny proti účinkům zkratu, nadproudů i jejich tepelným účinkům, napájecí kabely a trolejové vedení jsou odkázány pouze na hodnotu nastavení rychlovyvínače, nebo tzv. trolejovou ochranu nastavenou v souladu s ČSN 33 3516, čl.4.5.4. (norma definuje přípustný 5 minutový, nebo 20 sekundový proud trolej. vedení).

Rychlovyvínač s nadproudovou spouští nastavenou na $1,25 I_{p \max}$ dle energetického výpočtu nelze považovat za ochranu napájecích kabelů, nebo trolejového vedení před přetížením. Na druhé straně úsek tramvajové trati s rychlovyvínačem nastaveným na 1200A by určitě nebyl schopen zajišťovat provoz.

Ani vybavení rychlo vypínače trolejovou ochranou nastavenou podle ČSN 33 3516 neřeší tento problém beze zbytku. Při nepříznivém seskupení zátěže může stejně dojít k přetížení trolej. vedení, nebo napáj. kabelů, protože příslušná norma, ani TP výrobce neřeší čas na ochlazování.

Měření teploty jádra kabelů

V návaznosti na řešení této problematiky jsem v r. 2000 navrhl provozovateli zařízení provést měření oteplení jádra napájecích kabelů v nejzatíženějším úseku trati.

Měření teploty jádra kabelu je jednoznačným kritériem pro posouzení, zda kabel je, nebo není zatěžován více, než dovolují TP výrobce.

Např. kabel 3-AYKCY 500 se jmen. proudem 676 A na vzduchu je možno krátkodobě zatížit proudem až 34 kA (ekvivalentní zkrat. proud). Časově omezené zatížení proudem vyšším než jmenovitým proto nelze považovat za přetížení, pokud nedojde k překročení dovolené teploty jádra kabelu (70 °C).

Díky vstřícnosti vedení provozovny TRS byla provedena řada měření, která zcela vyjasnila situaci kolem zatěžování napájecích kabelů v DP Ostrava.

Měření teploty jader kabelů a teploty na izolaci kabelů bylo provedeno na nejexponovanějším úseku ve středu města (napáječ N1 se 2 kabely 1-AYKCY 500 v měnirně Kolejní), naměřené hodnoty byly ukládány do záznamové jednotky ZS1 fy COMET a později zpracovány v EXCELU. Jeden trakční kabel této paralelní dvojice byl odizolován v dostatečné vzdálenosti od přípojnice RV (cca 2 m), připojen odporový teploměr, kabel byl zaizolován a obnoveno stínění. Měření bylo prováděno v kabelovém prostoru, kde jsou kabely uloženy na vzduchu a lze předpokládat teplotní vliv okolních kabelů.

Při prvním měření, se dvěma napájecími kabely byla naměřena nejvyšší teplota jádra 40° C,

Poté byl jeden napájecí kabel odpojen a provedeno další měření. Nejvyšší naměřená teplota byla 54,6° C. Z uvedeného měření m.j. vyplývá, že teplota kabelu nestoupá rovnoměrně se zatížením, vzhledem k tomu, že při vyšších teplotách je větší odstup od teploty okolí a účinnější chlazení.

Ochrany trakčních kabelů v měnirně Svinov

Na základě těchto poznatků byl do následně zpracovávaného projektu rekonstrukce měnirny Svinov zapracován systém kabelových ochran pracujících na základě snímání teploty jader napájecích kabelů.

V průběhu 7. – 11. měsíce loňského roku proběhla úplná rekonstrukce měnirny Svinov a uvedený systém kabelových ochran byl realizován.

U každého napájecího kabelu je přímo na jádro kabelu přiloženo odporové teplotní čidlo, zaizolováno a galvanicky odděleno převodníkem s izolační pevností 4 kV od dalších el. okruhů. Hodnoty teplot jednotlivých kabelů jsou průběžně snímány řídicím systémem příslušných napáječů k dalšímu zpracování.

Teploty napájecích kabelů jsou zobrazovány digitálními zobrazovači typu EVV-R na dveřích napáječových rozváděčů, současně jsou údaje o teplotách jednotlivých kabelů přenášeny na řídicí centrum. Při dosažení kritické teploty kabelu, která je nastavena na 65° C zajišťuje řídicí systém napáječe poruchovou signalizaci v měnirně a spuštění alarmu na řídicím centru, aby bylo možno provést opatření dříve, než teplota kabelu dosáhne max. hodnoty dle TP výrobce (70° C). Teploty jader jednotlivých napájecích kabelů v měnirně Svinov se v průběhu 4 měsíců zkušebního provozu pohybovaly v rozmezí 19 až 25° C, což dokumentuje rezervy v dimenzování kabelů.

Základem řídicího systému napáječe je programovatelný automat švýcarské firmy SAIA z řady PCD2.

2 Nový systém měření odporu trati

Stručně o historii

Všechny rychlo vypínače v měnárnách DP Ostrava jsou vybaveny systémem měření odporu trati, umožňujícím rozlišit zkrat od shluku tramvají po výpadku úsekového vypínače a zabránit zapnutí rychlo vypínače daného úseku do zkratu.

Od 60. let jsou v DP Ostrava používány systémy měření odporu trati navržené pracovníky fy ČKD Praha s označením UZM1-UZM3. Systémy UZM2 a UZM3 byly poměrně vydařené a daleko předstihovaly systém měření, instalovaný ve čtyřech měnárnách typu NDR.

Čidla měření odporu trati z řady UZM pracují na principu můstkové metody, porovnávají úbytek napětí na měřeném úseku trati s nastavitelnou porovnávací větví. S přesností cca 0,2 ohmu (cca 300 A zátěže) vyhodnocují zatížení na trati po výpadku rychlo vypínače. Na základě vyhodnocení zatížení čidlem dojde k zapnutí, nebo zablokování úsekového vypínače. Čidla z řady UZM2, UZM3 jsou vybavena kondenzátory pro kompenzaci úbytku napětí v koleji vlivem zpětného vedení proudu.

Měření postavené po roce 1995 jsou vybaveny čidly typu ČMOT01 z produkce mé firmy.

Oba systémy používají měřící proud 10A z trakčního napětí.

Nový systém měření odporu trati

Vzhledem k tomu, že výše popsané systémy měření již nevyhovovaly současným požadavkům, zapracoval jsem do projektové dokumentace pro rekonstrukci měřírny Svinov nový systém měření. Návrh nového systému byl umožněn rozhodnutím vybavit jednotlivé napáječe samostatným řídicím systémem, což se ukázalo výhodnější i z hlediska pořizovacích nákladů. Zpracování a vyhodnocení hodnot snímaných z trati je svěřeno řídicímu systému a umožňuje využít všechny výhody výpočetní techniky.

Systém používá přímé měření s měřícím proudem 10 A z trakčního napětí, provádí programové korekce kolísání napájecího napětí a kompenzaci úbytku napětí v koleji. Dosažená přesnost měření je limitována přesností převodníků napětí na vstupu (0,5 %) a analogových vstupů řídicího systému. Rozlišení dosažené na zkušebních odporech představovalo hodnotu 0,01 ohmu.

Systém přímého měření umožňuje zobrazení průměrné hodnoty odporu trati na digitálním zobrazovači po ukončení měření a samozřejmě i přenos naměřených hodnot na řídicí centrum.

Nový systém nabízí i další možnost – proměření úseku trati zkratovaného v nejbližším místě a získání skutečné hodnoty R_{max} dle ČSN 37 6754. pro potřeby nastavení rychlo vypínačů.

Zpracování a vyhodnocování naměřených údajů zajišťují programovatelné automaty PCD2 Švýcarské firmy SAIA.