

ANALYSIS OF THE OPERATION OF THE LATTICE NETWORK BRNO - STRED

Lucie Frechova

Master Degree Programme (5), FEEC BUT

E-mail: xfrech01@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Michal Ptacek

E-mail: ptacekm@feec.vutbr.cz

Abstract: The paper focuses on the measured data analysis of the lattice network in Brno-stred. Therefore, it evaluates the network behaviour and it brings the comparison of theoretical and real data and normal and fault operation conditions, respectively.

Keywords: Lattice network; Universal energy meter MEg40⁺;

1 ÚVOD

Město Brno je díky své rozlehlosti rozděleno na městské části. Každá městská část má vzhledem ke své poloze a účelu přizpůsobenou i samotnou rozvodnou síť. Městská část Brno-střed je považována za centrum služeb a správy města. Nutnost udržovat nepřerušovanou dodávku elektrické energie v části Brno-střed vedla v roce 1951 k vybudování mřížové sítě, která je provozována dodnes. Podoba mřížové sítě Brno-střed je v České republice ojedinělá. Pro složitost provedení mřížové sítě je těžko dohledatelné, jak se síť chová při různých provozních stavech, např. při výpadku jednoho transformátoru. Za pomoci moderních technologií monitoringu sítí je nezbytné provádět analýzu fungování sítě zpětně a vytvořit si podrobnou a technicky věrohodnou představu dějů probíhajících v mřížové síti spolu s jejich charakteristickými parametry. Na základě výsledků analýzy je možno učinit následná optimalizační opatření a úpravy v provozu sítě.

2 MŘÍŽOVÁ SÍŤ

Jednu z možností provozu rozvodných sítí představuje klasická mřížová síť, která je charakterizována vyšším počtem transformoven o napětíové hladině 22/0,4 kV napájených ze dvou a více napáječů vysokého napětí (VN) [1]. Nízkonapětíové (NN) vedení je provozováno jako kabelové a je propojeno na křižovatkách ulic do uzlů prostřednictvím skříní s pojistkami. V případě poruchy na straně NN sítě prochází pojistkami mezi dvěma nejbližšími skříněmi proud vyšší hodnoty než v ostatních místech sítě. Tento proud způsobí přetavení pojistek za kratší čas než zbývajících pojistek v síti. Od dodávky elektrické energie je tak odpojen pouze daný úsek a ostatní vývody zůstávají neporušeny. Nutnou součástí sítě je i směrová ochrana. V případě, kdy dojde k poruše na VN straně, vtéká do místa zkratu proud jak z napájení, tak ze strany NN. Směrová ochrana vyhodnotí směr toku proudu a odešle pokyn k vypnutí jističe. Dochází také k vypnutí porušeného napáječe v rozvodně 110/22 kV, ale provoz mřížové sítě není omezen. Finanční náklady klasické mřížové sítě jsou značně vysoké. Jedním z důvodů je dimenzování vedení na vysokou přenosovou rezervou pro dodávku energie v případě výpadku některé větve. Klasická mřížová síť je náročná na obsluhu a vyhledávání poruch. Výhodou je vysoká spolehlivost a kvalita elektrické energie.

Mřížová síť městské části Brno-střed spadá pod správu společnosti E.ON Česká republika s.r.o. a čítá 69 transformačních stanic s transformátory 22/0,4 kV o výkonu 630 kVA v zapojení Dyn1. Celkový instalovaný výkon transformačních stanic dosahuje přibližně 65 MVA.

3 ANALÝZY

Zadavatel projektu E. ON Česká republika s.r.o. požaduje provedení analýzy mřížové sítě jak v rámci výpočtového programu PAS DAISY Bizon, tak na základě reálných dat naměřených měřicími jednotkami MEg40⁺ umístěnými v rozvaděčích NN v mřížové síti.

3.1 TEORETICKÁ ANALÝZA

Před uvedením navržené sítě do provozu je vhodné simulovat chod dané sítě z hlediska různých provozních stavů ve výpočtovém programu. Pro získání potřebných teoretických dat je v první řadě nutné definovat území analyzované sítě v programu NetViewer společnosti Intergraph Corporation, který umožňuje do reálné mapy území zobrazit síť NN spolu s vlastnostmi daných energetických prvků. Síť je pak převedena do programu PAS DAISY Bizon, kde je proveden výpočet ustáleného stavu. Před samotným výpočtem je potřeba odstranit chyby a nepřesnosti vzniklé exportem dat, např. doplnění chybějících parametrů prvků, odstranění zařízení v soukromém vlastnictví, pospojování rozepnutých úseků jednotlivých oblastí nebo upravení koeficientů soudobosti odběrů.

3.2 PRAKTICKÁ ANALÝZA

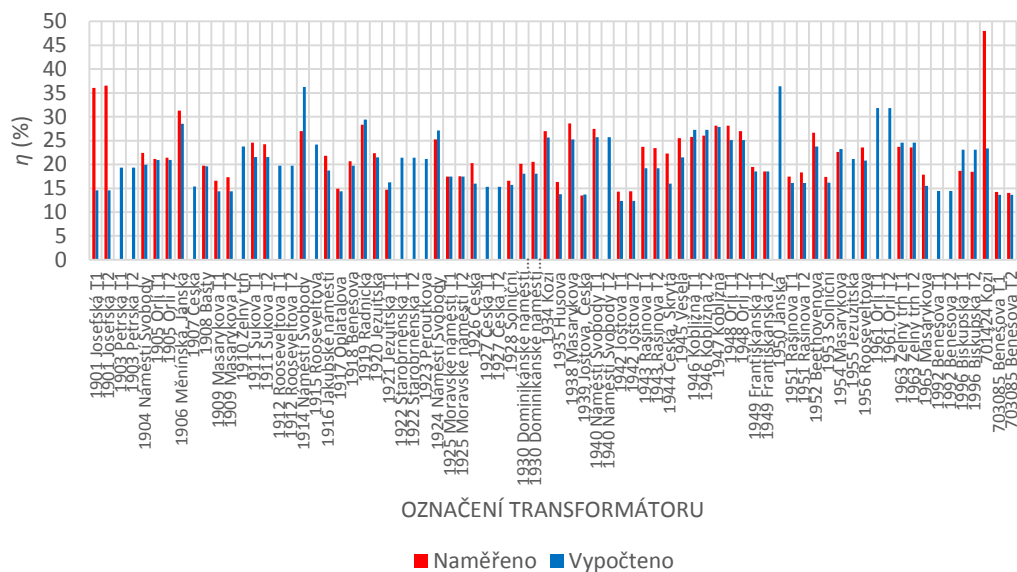
V mřížové síti Brno-střed jsou aplikována zařízení společnosti MEgA, konkrétně jednotky MEg40⁺ a MEg51. Hlavní funkcí jednotky MEg40⁺ je monitoring, kdy dochází k měření okamžitých hodnot napětí, proudů a výkonů. Okamžité hodnoty jsou přepočítány na efektivní, které jsou následně uloženy na paměťovou kartu. Paměťové karty s daty jsou jednou za 3 – 6 měsíců vyměňovány za nové a naměřená data jsou stahována na sběrných místech a připravená k analýze. Pro analýzu sítě v rámci projektu jsou k dispozici data od 06/2016 do 02/2017 ukládaná v intervalech po 5 minutách. Přímou stažená data je možné otevřít v programu výrobce nebo je možné využít převedení dat do textového formátu a zpracování dat provést např. v programu Microsoft Excel, který poskytuje širší škálu možností práce s daty.

Jednotky pro měření parametrů chodu mřížové sítě jsou zaváděny od roku 2014. Z technických a provozních důvodů je analýza naměřených dat provedena až po třech letech od uvedení měřících zařízení do provozu. Jednotka pro měření parametrů v mřížové síti je instalována na 73 transformátorech. Z celkového počtu je možno analyzovat pouze 57 souborů dat, u zbylých 16 byly zjištěny problémy buď s měřením dat nebo s jejich čtením. Chyby na daných jednotkách byly zjištěny až díky provedení analýzy a jsou předmětem řešení.

3.3 POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ ANALÝZ

Teoretická analýza vypočítává průměrné fázové napětí a proudy transformátoru. Vypočtený činný a jalový výkon se zobrazuje již jako třífázový. Data naměřená v mřížové síti jsou určena pro každou fázi zvlášť, a to jak napětí a proud, tak i činný a jalový výkon. Pro možnost porovnání výsledků analýz je potřeba provést sjednocení podoby dat. Naměřené hodnoty proudu pro jednotlivé fáze jsou přes funkci průměru sloučeny do jedné průměrné hodnoty proudu na transformátor. Stejná úprava je provedena i pro napětí. Jednofázové hodnoty činného a jalového výkonu jsou přes funkci součtu přepočteny na třífázové. V rámci teoretické analýzy není rozlišeno časové období výpočtu dat. Vypočítané hodnoty jsou stanoveny jako průměrné hodnoty výkonového zatížení na transformátor. Naměřená data praktické analýzy jsou uložena vždy vzhledem k časovému okamžiku. Aby bylo možné vzájemně porovnat data z teoretické a reálné analýzy, je potřeba hodnoty sjednotit i z hlediska času. Nejblíže vypočtenému stavu jsou data naměřená v pracovní den mezi 12 a 13 hodinou, kdy je odebírána nejvyšší výkon. Pro účel srovnání jsou vybrána data ze středy 11.1.2017 mezi 12:00 – 13:00.

Základním kritériem správné funkce mřížové sítě Brno-střed je požadavek, aby transformátory byly zatíženy kolem hodnoty 25 %, maximálně na 50 % svého jmenovitého výkonu. Srovnání tohoto kritéria s reálně naměřenými daty podle obrázku 1 ukazuje, že analyzovaná síť provozní požadavek plní. Z obrázku 1 vychází, že ačkoli jsou transformátory identického provedení (tj. shodné parametry, zapojení, nastavení odboček), nedosahují stejného zatížení. Příčinou rozdílnosti zatížení jednotlivých transformátorů je především velikost odběru a délka jednotlivých vedení.



Obrázek 1: Porovnání výkonového zatížení transformátorů dle výsledků teoretické a praktické analýzy

Z obrázku 1 vyplývá, že hodnoty vypočteného a naměřeného výkonového zatížení nedosahují stejných hodnot. Příčinou rozdílných hodnot mohou být nevhodně zvolené koeficienty soudobosti. Soudobosti jsou rozlišeny pouze na základě jedno a dvou tarifního odběru. Koeficienty soudobosti by měly být stanoveny pro jednotlivé odběratelé individuálně na základě jejich potřeby dodávky energie. To však vzhledem k množství odběratelů a neznalosti charakteru odběrů není možné. Jednou z dalších příčin rozdílností může být skutečnost, že výpočtový program PAS DAISY Bizon neuvažuje některé rozdílnosti transformátorů: různí výrobci transformátorů, rozdílné stáří a poloha transformátorů. V obrázku 1 jsou zachyceny i problematické trafostanice, u kterých není možné analyzovat naměřená data. Například v případě trafostanice s označením 1961 na ulici Orlí se dvěma transformátory nebyla naměřena přítomnost proudu, reálně jsou transformátory nevyužity a jejich zatížení přebraly jiné transformátory v síti. Vzrostlo tak zatížení ostatních transformátorů. U teoretické analýzy je však počítáno i s těmito transformátory a jsou zatíženy na více než 40 %. Obdobný případ je i v případě trafostanice 1955 v ulici Jezuitská. Při převodu schéma sítě z programu NetViewer mohlo dojít k změně, ztrátě dat. Není známo, zda program PAS DAISY Bizon je schopen výpočtu mřížové sítě. Odchytky mohou být také způsobeny chybou měřicích přístrojů, výpočtem hodnot. Nejsou vyloučeny další příčiny způsobující zmíněné nepřesnosti.

4 ZÁVĚR

Na základě porovnání výsledků teoretické a praktické analýzy je patrné, že funkce mřížové sítě je velmi komplikovaná. Při vyhodnocování stavů v mřížové síti není vhodné využít simulace sítě ve výpočtovém programu, jelikož odladění problému výpočtů je obtížné, skoro nemožné. Přesnější představu o fungování sítě přináší reálné měření. Současně odstranění nedostatků reálného měření je jednodušší než u výpočtové analýzy. Pro porovnání provozních stavů v mřížové síti je dále prováděna simulace výpadků několika trafostanic pro zjištění chování sítě při poruše. Simulace bude provedena až po odevzdání článku, a proto není možné zde popsat její výsledky.

REFERENCE

- [1] Štroblová, M. a Hejtmánková, P. Elektrické sítě městské a průmyslové. Západočeská univerzita, Fakulta elektrotechnická, Katedra elektroenergetiky, 1994, 149 stran. ISBN 80-7082-154-X