



Simulace elektromechanických a elektromagnetických přechodných dějů pro podpůrnou službu BlackStart

Příspěvek navazuje a rozšiřuje problematiku řešení simulačních výpočtů elektromechanických přechodových dějů při realizaci startu ze tmy (blackstart). V minulosti byly výpočty ve společnosti ČEPS, a.s. prováděny odděleně vzhledem k možnostem používaných SW. Byli jsme si ovšem vědomi toho, že rozdělení na samostatné výpočty elektromechanických a elektromagnetických přechodových dějů může za určitých situací znamenat nezahrnutí některých dějů probíhajících v rozsáhlých nelineárních soustavách, které ale v běžně se vyskytujících provozních režimech nejsou pro elektrizační přenosové (PS) a distribuční soustavy (DS) významné. V současné době se mohou objevit nestandardní provozní režimy (způsobené kolísajícím výkonem větrných elektráren, dlouhodobý provoz s maximálním či minimálním výkonem, blackout), při kterých by potlačené jevy (rezonance a vlastní kmity, vyšší harmonické, neperiodické a potenciálně nestabilní děje) mohly významně ovlivnit provoz PS/DS. Předpokladem pro ověření možnosti provádět komplexní výpočty a simulace přechodových dějů v PS je existence a dostupnost výkonných SW výpočetních a simulačních prostředků, jakými je mezi jinými také použitý MATLAB – SIMULINK – SimPowerSystems. Povinnost provozovatele přenosové soustavy je zajistit bezpečnost a spolehlivost přenosu elektrické energie. V případě vzniku velké systémové poruchy vedoucí k rozpadu soustavy je povinen zajistit obnovení dodávek, především vlastní spotřeby (VS) elektráren jaderných (JE) a systémových klasických elektráren. Součástí přípravy na provedení reálných zkoušek na podání napětí VS a rozběh jednotlivých pohonů je rovněž modelování simulační výpočty. Elektromechanické a elektromagnetické přechodné děje jsou simulovány na příkladu blackstart, tzn. najetí části vlastní spotřeby (VS) jaderné elektrárny Temelín pomocí vodní elektrárny Lipno. Výpočty jsou u všech uvedených případů provedeny v programu MATLAB – SIMULINK – SimPowerSystems. V poslední části příspěvku jsou i simulační výpočty elektromechanických přechodných dějů při najetí vlastní spotřeby bloku Elektrárny Opatovice, a.s., případně jednoho bloku elektrárny Chvaletice (ECHV), při podání napětí z malé vodní elektrárny Práčov, přes rozvodnu Opočíněk.

Příspěvek rozšiřuje problematiku řešenou v článku „Výpočty elektromechanických přechodných dějů“ (K. Máslo, Z. Hruška, A. Kasembe), ve kterém byly publikovány simulační výpočty elektromechanických přechodových dějů při realizaci startu ze tmy (blackstart). Související elektromagnetické přechodové děje byly dosud pro ČEPS prováděny externí organizací (K. Máslo, K. Witner, A. Kasembe, L. Kočíš, M. Švančar: Výpočet přechodných dějů při startu ze tmy). Rozdělení těchto dvou dějů a jejich samostatné a nezávislé výpočty mohou způsobit zanedbání některých důležitých souvislostí a tím prakticky snížit přesnost dosažených výsledků. Rozdělením na dva nezávislé výpočty se zanedbá řada dějů probíhajících v rozsáhlých nelineárních soustavách (P. Neuman: Dynamické modely vhodné pro simulaci elektrizační soustavy ve stavech blízkých kritickým pro analýzu i trénink dispečerů), jakými nesporně elektrizační přenosové a distribuční soustavy jsou. Rozdělením dojde k zanedbání určitých rezonancí a vlastních kmitů, vyšších harmonických, určitých neperiodických a potenciálně nestabilních dějů, apod.

Na druhou stranu integrované simulační výpočty prováděné interně v ČEPS zvyšují nepřímou bezpečnost provozování ES/PS, protože není nutno dávat citlivá provozní data a měření mimo společnost ČEPS, zejména pokud pak externí řešitel taková data publikuje v zahraničí bez uvedení naší společnosti ČEPS, a.s. jako objednatele a spoluřešitele. Např. v literatuře „Ferroresonances during Black Starts – Criterion for Feasibility of Scenarios“ (L. Kocis) byly prezentovány výsledky výpočtů a měření při testování BlackStartu VE Dalešice – JE Dukovany.

Povinnost provozovatele přenosové soustavy je zajistit bezpečnost a spolehlivost přenosu elektrické energie. V případě vzniku velké systémové poruchy vedoucí k rozpadu soustavy je povinen zajistit obnovení dodávek podle priorit dle „Kodex přenosové soustavy, část V. Bezpečnost provozu a kvalita na úrovni PS“ (dostupný na <http://www.ceps.cz> na záložce Dokumenty/Kodex PS). Vlastní spotřeba elektráren jaderných a systémových klasických elektráren je nejdůležitější oblastí

při obnově provozu. Po nich pak následuje hlavní město Praha, ostatní velká města a ostatní spotřebitelé.

Součástí přípravy na provedení reálných zkoušek na podání napětí VS a rozběh jednotlivých pohonů je rovněž modelování a provedení simulačních výpočtů. Příspěvek „Výpočty elektromechanických přechodných dějů“ (K. Máslo, Z. Hruška, A. Kasembe) popisoval na dvou příkladech výpočty elektromechanických přechodných dějů. Pro větší názornost a porovnání jsou elektromagnetické přechodné děje v tomto článku simulovány na stejném případě BlackStart, tzn. najetí části vlastní spotřeby (VS) jaderné elektrárny Temelín pomocí vodní elektrárny Lipno. Tyto výpočty byly prováděny v programu MATLAB – SIMULINK – SimPowerSystems. Vzhledem k udržení návaznosti na uvedený příspěvek (K. Máslo, Z. Hruška, A. Kasembe) budou v poslední části zmíněny i simulační výpočty elektromagnetických přechodných dějů v programu SIMULINK – SimPowerSystems při najetí vlastní spotřeby bloku EOP, případně jednoho bloku elektrárny Chvaletice, které prováděli pracovníci IPO pro podání napětí z vodní elektrárny Práčov, přes rozvodnu Opočíněk na elektrárnu Opatovice.

Celý článek „Simulace elektromechanických a elektromagnetických přechodných dějů pro podpůrnou službu BlackStart“ si můžete přečíst na www.atpjournal.sk při odkaze na tento článek.

**Ing. Petr Neuman, CSc.
Ing. Zdeněk Hruška
Ing. Pavel Hrdlička
Bc. Martin Příhoda**

e-mail: neuman@ceps.cz
hruska@ceps.cz
phrdlicka@ipplc.cz
mprihoda@ipplc.cz