

# Modelování energetické přenosové soustavy v prostředí MATLAB & Simulink

Energetická přenosová soustava je křehký systém, kde na jedné straně stojí proměnná spotřeba energie velkými i malými odběrateli, a na druhé straně výrobní zdroje, které mají svá omezení z hlediska pružnosti provozu, údržby a spolehlivosti. Řídit takový systém není jednoduchou záležitostí, zejména v případě nenadálých poruch či selhání. Spolehlivost provozu energetické soustavy na Novém Zélandu pomohl zajistit nástroj Reserve Management Tool navržený ve vývojovém prostředí MATLAB & Simulink.

Společnost Transpower je vlastníkem a provozovatelem národní energetické přenosové soustavy Nového Zélandu, která dodává energii průmyslu, obchodu, farmářství i domácím spotřebitelům. Pro udržení síťové frekvence na hodnotě 50Hz je nezbytné vyvážit energetickou výrobou s okamžitou spotřebou. V případě selhání některého zdroje musí být jeho výpadek nahrazen energií z ostatních zdrojů do několika málo sekund, jinak by frekvence klesla pod kritickou úroveň, ze které již nelze síť obnovit.

Udržování záložních zdrojů energie je však velmi nákladné. Pro hospodárný provoz soustavy je nezbytné umět přesně vyčíslit minimální nutnou výkonovou zálohu, která zajistí spolehlivý chod sítě v rámci stanovené přijatelné míry rizika.



Obr. 1 Přenosové vedení společnosti Transpower, Benmore, Nový Zéland

Z těchto důvodů byl vyvinut systém Reserve Management Tool (RMT). Systém byl navržen, implementován a nasazen do provozu pomocí vývojového prostředí MATLAB & Simulink firmy MathWorks.

Jádrum systému RMT je sofistikovaný model celé přenosové soustavy Nového Zélandu, který zahrnuje energetické zdroje, zátěže i HVDC vedení mezi dvěma hlavními novozélandskými ostrovy (přenos stejnosměrného proudu velmi vysokého napětí). Simulace modelu doplněná aktuálními

měřenými daty vyhodnocuje nezbytnou výkonovou rezervu každých 30 minut.

Společnost Transpower má při provozu přenosové soustavy dva hlavní cíle. Prvním je spolehlivost soustavy a druhým je ekonomičnost jejího provozu. Výsledkem nasazení simulací ve spojení s reálnými daty nebyl pouze lepší kompromis mezi oběma cíli, ale ve skutečnosti došlo ke snížení provozních nákladů za současného zlepšení poskytovaných služeb.

## Počátky projektu

Společnost Transpower používala výpočet minimálního záložního výkonu již v minulosti. Potřebné algoritmy byly implementovány v tabulkovém editoru. Přístup však vyžadoval množství manuálních kroků a spuštění řady podpůrných skriptů. Systém byl nejen komplikovaný, ale chyběla mu i pružnost, která by umožnila snadnou aktualizaci v případě zapojení nových energetických zdrojů.

Tyto důvody vedly ke stanovení požadavků na zcela nový výpočetní systém, který by umožňoval rychlou úpravu a aktualizaci vlastními prostředky, bez nutnosti asistence třetí strany.

## Od návrhu k realizaci

Nový systém, nazvaný Reserve Management Tool, byl navržen a implementován v prostředí MATLAB & Simulink. Simulink je grafický nástroj založený na symbolice blokových schémat, určený pro

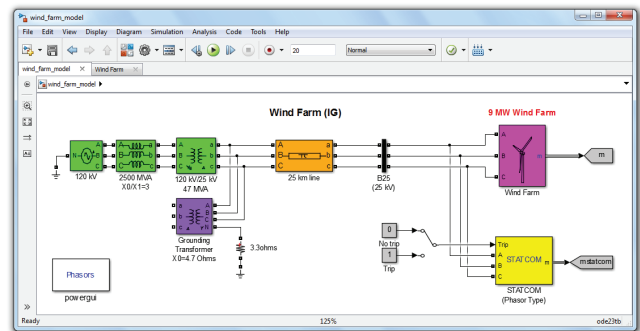
modelování a simulaci dynamických systémů. Modely mohou být vytvářeny na základě matematického popisu soustav diferenciálními rovnicemi, nebo přístupem tzv. fyzikálního modelování, kde jsou modely soustav skládány z připravených elementárních prvků dle jejich fyzického uspořádání.

Vývojáři společnosti Transpower vytvořili modely větrných, vodních a geotermálních elektráren, které představují většinu energetických zdrojů v soustavě. Jednotlivé modely využívají vstupní frekvenci a algoritmy PID regulátorů pro výpočet výstupního výkonu.

Pokročilejší tepelné zdroje s kombinovaným cyklem byly modelovány blokovými schématy v Simulinku za pomoci testovacích dat dodaných společnostmi, které tyto zdroje provozují.

Kromě elektráren bylo nutné vytvořit modely více než 30 přerušitelných i nepřerušitelných zátěží rozmístěných na dvou hlavních novozélandských ostrovech a modelovat HVDC vedení, které oba ostrovy propojuje.

V Simulinku byl následně sestaven model celé sítě čítající 80 energetických zdrojů, modelované zátěže a HVDC vedení.



Obr. 2 Ilustrační model energetické soustavy v prostředí Simulink

Model je možné průběžně upravovat, doplňovat, kalibrovat a zpřesňovat. V přenosové soustavě jsou měřena data, údaje jsou zaváděny do modelu a výsledky simulací jsou porovnávány se skutečným chováním systému. V konečném důsledku tak dochází k trvalému zpřesňování odhadu nutné výkonové rezervy. Výhodou je, že aktualizace systému mohou pracovníci společnosti Transpower provádět sami na základě vlastních zkušeností a nemusí se spoléhat na externího dodavatele.

Z provozních důvodů byl model převeden do formy samostatné aplikace. Převod, který je plně automatický, zajistily nástroje MATLAB Compiler a Simulink Coder. V této podobě byl model integrován se systémem SPD (Scheduling, Pricing and Dispatch), což zajišťuje obstarání výkonové rezervy za nejnižší možnou cenu.

Nástroj Reserve Management Tool je v současnosti plně využíván, přičemž výpočty jsou spouštěny pravidelně v 30minutových intervalech.

Distributor produktů společnosti MathWorks v České republice a na Slovensku:



HUMUSOFT s. r. o.

<http://www.humusoft.cz>

