



Modelování větrné farmy v prostředí MATLAB & Simulink

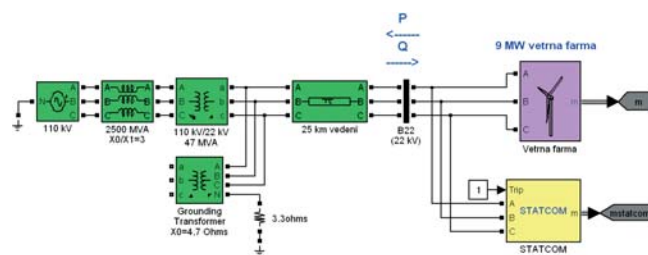
Farmy větrných elektráren jsou dnes často diskutovaným tématem na poli energetiky. Nedílnou součástí jejich návrhu je i modelování a simulace. Umožňuje návrhářům posoudit nejen chování jednotlivých turbín, ale i reakce větrné elektrárny na možné poruchy a vliv zapojení do distribuční sítě. Jedním z nástrojů, který umožňuje modelování a simulaci energetických zařízení, je nadstavba SimPowerSystems výpočetního systému MATLAB & Simulink.

Podle plánu Evropské unie by měl celkový instalovaný výkon větrných elektráren v roce 2030 dosáhnout 100 000 MW. V České Republice je nyní instalováno přes 40 větších větrných elektráren a souhrnný instalovaný výkon dosáhl 170 MW. V průběhu následujících dvaceti let by se měl instalovaný výkon VtE v ČR zvýšit na více než pětinašobek.

V budoucnu se tedy počítá s masivní výstavbou nových větrných energetických zdrojů. Připojení takového zdroje do energetické soustavy je určováno příslušným kodexem. Dosud byla většina z nich připojena do lokálních distribučních sítí, ale nyní se zvažuje jejich připojení i k přenosové soustavě (páteřová vedení 400 kV, 220 kV a vybraná vedení 110 kV).

Matematické modelování a simulace

V současné době stále roste potřeba matematického modelování a simulace chování větrných farem včetně jejich vlivu na okolní soustavu.



Obr.1 Model větrné elektrárny v SimPowerSystems

Výsledky simulací slouží k analýze říditelnosti a připojitelnosti, kdy lze prověřit velké množství variant a následně vybrat nejlepší z nich.

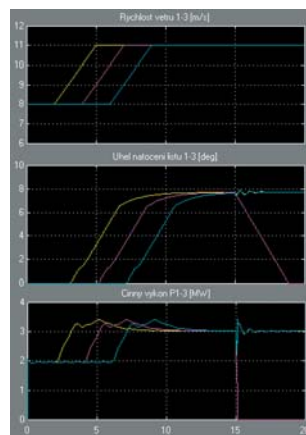
Jedním z nástrojů, který nabízí řešení v této oblasti je výpočetní prostředí MATLAB & Simulink americké firmy MathWorks. Simulink slouží k modelování a simulaci dynamických systémů. Modely jsou vytvářeny pomocí grafického rozhraní ve formě blokových schémat. Simulink je často užívaným nástrojem pro analýzu dynamického chování soustav, návrh regulační techniky a analýzu signálů.

Pro energetiku je určena nadstavba SimPowerSystems, která rozšiřuje Simulink o nástroje pro modelování elektrických soustav od základních výkonových obvodů až po detailní energetické systémy. Model soustavy je sestavován z bloků reprezentujících elementární prvky reálného systému. SimPowerSystems umožňuje modelovat výrobu, přenos, distribuci i spotřebu elektrické energie.

Model větrné elektrárny

Pomocí nadstavby SimPowerSystems byl vytvořen a analyzován model 9 MW větrné elektrárny sestávající ze tří 3 MW turbín. Elektrárna zásobuje distribuční síť 110 kV, ke které je připojena 25 km dlouhým vedením 22 kV (obr. 1).

V případě, že rychlost větru překročí nominální hodnotu 9 m/s, je nutné omezit výstupní výkon generátoru na hodnotu 3 MW (jmenovitá hodnota výkonu turbíny). K tomu slouží řízení naklápění listů rotoru. Každá turbína má ochranný systém monitorující napětí, proud a rychlost stroje. Jalový výkon absorbovaný IG je vyrovnáván kompenzátorem STATCOM (Static Synchronous Compensator) s výkonem 3 MVar, připojeným k vedení 22 kV (obr. 1).



Obr.2 Průběh simulace odezvy systému na změnu rychlosti větru a poruchu

Analýza chování

Ve zvolené variantě byl simulován časový úsek v rozsahu 20s. Průběh rychlosti větru, regulovaného úhlu natočení listů a činného výkonu pro každou turbínu je na (obr. 2).

Nejprve je simulována změna rychlosti větru z hodnoty 8 m/s na 11 m/s. Koncová rychlost větru je vyšší než nominální, proto jsou otáčky turbín regulovány pomocí natačení lopatek tak, aby se výstupní výkon ustálil na jmenovité hodnotě 3 MW pro každou turbínu.

V čase $t = 15$ s je simulována porucha na nízkonapěťových terminálech druhé turbíny. Ta uvede v činnost podnapěťovou ochranu řídicího systému, který zajistí její odpojení. Ostatní turbíny jsou opět ustáleny na hodnotě jmenovitého výkonu.