

## Oponentní posudek disertační práce

**Předkladatel:** Ing. Vlastimil Šantín

**Název práce:** Simulace jevů způsobených připojováním a provozem větrných elektráren a farem

**Oponent:** Ing. Karel Cvačka, Ph.D.

Doktorand ve své práci řešil aktuální problematiku spolupráce elektrických generátorů poháněných systémy transformujícími energii z obnovitelných energetických zdrojů se zaměřením na větrnou energii s elektrizační sítí. Tato skutečnost se stává stále více aktuální nejenom v důsledku narůstajícího počtu těchto zdrojů, které se připojují do elektrizační soustavy v ČR, ale převážně i v zahraničí. Vzájemným propojením soustav se účinky paralelního provozu těchto generátorů projevují nárůstem potřebných regulačních výkonů, nutností plánování provozu ES, ohrožením stability provozu a zvyšováním vlivů těchto zdrojů na kvalitu dodávky elektřiny.

Analýza vlivu připojování a provozu větrných elektráren na elektrizační síť je hlavním přínosem práce doktoranda. Zvolená metodika řešení je založena na klasickém postupu matematického namodelování transformačního procesu kinetické energie větru na elektřinu.

Nezbytným předpokladem tohoto řešení je stanovení hodnoty energetického vstupu do systému reprezentovaného rychlostí větru. Výhodou namodelování rychlosti větru je mnohem větší operativnost než při využití statistických hodnot získaných z měření. Navíc tento postup umožňuje výpočet v místech, kde měření není možné. Výsledky jsou však méně přesné než z dobře provedených měření, neboť možnosti modelů jsou limitovány složitostí reálných podmínek.

Doktorand při modelování použil pro stanovení okamžité rychlosti větru data vycházející z počáteční známé průměrné hodnoty posunuté v závislosti na rychlosti a velikosti změny a frekvence její změny, která je úměrná drsnosti terénu v modelovaném místě. Tyto hodnoty jsou nastaveny po dobu simulace, která byla prováděna v časovém rozmezí 0-80 s.

Transformace kinetické energie větru vytvářející moment na hřídeli elektrického generátoru byla provedena modelem vztlakové turbíny s pitch regulací, a jako elektrický generátor byl použit dvojité napájený asynchronní generátor.

Zásadní přínos práce je v posouzení možnosti připojení modelovaného větrného generátoru do ES. Doktorand provedl simulaci tří možných případů, kterými jsou přímé připojení, připojení přes externí rezistor a použití soft startéru. Přičemž výstupy jsou mechanické parametry a elektrické parametry větrného generátoru. Dále pak jsou v práci diskutované dva případy provozu ve vyšetřovaném časovém pásmu po připojení generátoru, a to s konstantními otáčkami, nebo s proměnnými otáčkami větrné turbíny.

Srovnáním výsledků doktorand dospěl k závěru, že nejvhodnější připojení je prostřednictvím externího rezistoru, kdy je omezen rázový proud i jeho harmonické zkruslení.

K systému řešení dané problematiky nemám výhrady. Doktorand si zvolil cíle a použil vhodnou metodu řešení. Výsledky své práce průběžně publikoval na domácích i zahraničních konferencích.

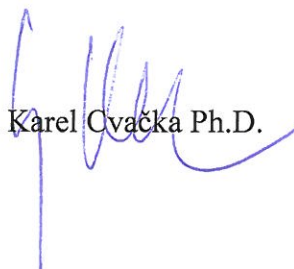
Získané výsledky a jejich diskuse dávají možnosti k využití v praxi. Vyšetření tří možností najetí větrných asynchronních generátorů a dvou provozních stavů v přípojném místě považuji za hlavní původní přínos doktorandovy práce. Užitečnosti práce by prospěla verifikace získaných výsledků s naměřenými hodnotami.

Disertační práce je zpracována systematicky a srozumitelně, v teoretické části je široké seznámení s problematikou provozování větrných elektráren a farem. Významné jsou simulace připojení zdrojů k distribuční soustavě s analýzou dějů, které mohou kvalitativně ovlivňovat normou stanovené parametry kvality na předávacích místech s distribuční sítí. V části 3.5.2 „Elektrické ochrany“ mohly být hlouběji analyzovány ochrany v selektivním a neselektivním způsobu provozu s distribuční sítí, s uvedením možných příkladů nastavení ochran. Grafické zpracování a jazyková úroveň práce je dobrá. Je zde patrný přínos doktoranda k řešení aktuální problematiky připojování a provozu zdrojů v ES při použití OZE, především v oblasti provedených výpočtů a rozboru provozní stavů těchto typů generátorů.

***Vzhledem k výše uvedeným skutečnostem doporučuji disertační práci v souladu se zákonem č. 111/1998 sb. k obhajobě.***

V Krašovicích 15. 8. 2012

Ing. Karel Cvačka Ph.D.



# POSUDEK

## oponenta disertační práce

**Autor práce:** Ing. Vlastimil Šantín

**Název práce:** Simulace jevů způsobených připojováním a provozem větrných elektráren a farem

Řešitel se ve své práci soustředil na problematiku větrných elektráren, zejména pak na problematiku připojování a provozu těchto zdrojů do elektrizační soustavy.

Předloženou práci je možné rozdělit na tři části. Úvodní část, víceméně popisná, je zaměřená na výčet systémů větrných elektráren včetně jejich spřažení s různými typy generátorů. Autor v této části podrobně uvedl způsoby připojení větrných elektráren k elektrizační síti, jejich přednosti a nedostatky a neopomněl uvést ani specifické požadavky u ostatních důležitých součástí větrných elektráren jako jsou spínací zařízení, elektrické ochrany a kompenzace jalového výkonu. V této části lze autorovi vytknout snad jen detailnější popis vnitřního uspořádání technologie nejpoužívanějších typů větrných elektráren, což ale nijak nesnižuje kvalitu předložené práce.

Druhá část předložené práce uceleně mapuje problematiku připojování větrných elektráren. Hlediska kvality dodávané elektrické energie, zpětné působení větrných elektráren do elektrizační soustavy a z toho vyplývající požadavky pro připojení větrných elektráren do ES jsou vždy doplněny výpočtem hodnocením a kompatibilními úrovněmi pro jednotlivá hlediska. Autor tímto dokazuje bezchybnou orientaci jak v oblasti normativních tak i provozních předpisů pro provoz ES.

Třetí část práce, jednoznačně stěžejní, uvádí postup matematického modelování větrných elektráren. V detailních krocích je uveden popis sestavení dílčích matematických algoritmů a následně pak logických schémat výpočtu matematických modelů. Sestavením dílčích modelů získal autor model větrné elektrárny s konstantními otáčkami s asynchronním generátorem s kotvou nakrátko. Správnost je pak zcela přesvědčivě doložena grafickými záznamy připojení resp. způsobů připojení a provozu nejen samotné větrné elektrárny, ale i větrné farmy.

Autor v předložené disertační práci zvolenou problematiku zpracoval dostatečně obsáhle se zřetelem na věcnost detailního řešení. Správnost postupu řešení a zvolených metod autor prezentuje jednoznačnými grafickými záznamy. Systematičnost, přehlednost, formální úprava a jazyková úroveň i přes drobné chyby je na velmi vysoké úrovni. Způsob a rozsah zpracování je jistě podložen dlouhodobým věnováním se zvoleného tématu, což autor předložené práce dokládá také uvedením rozsáhlé publikační činnosti.

Předloženou disertační práci hodnotím jako velmi kvalitní a zdařilou, práce bude svým pojetím jistě přínosem nejen v oblasti numerického modelování větrných elektráren. Autor sám nepovažuje práci za zcela ukončenou a v závěrečném hodnocení nastiňuje další možnosti rozvoje řešení počítačové simulace větrných elektráren.

Předloženou disertační práci pana Ing. Šantína jednoznačně **doporučuji** k obhajobě.

Dne 20.6.2012

  
Ing. Milan Kasářík, Ph.D.