

Department of Electrical Power and Environmental Engineering  
Prof: Dr.- Ing. habil. Rainer Haller

## **Expert opinion**

related to the doctoral thesis:

### **“Steady State Solution of Electric Power Systems with Accent on Fault Modelling”**

by

**Ing. Jan Veleba**

#### **1 General**

In highly developed industrial countries the secure supply of electrical energy is one of the most important basic factors for functionality of daily life. The generation, transmission, distribution and the consumption of electrical power must be kept in balance to ensure the security and stability of the whole system with a high level of reliability and quality. On the other hand the increasing number of renewable energy sources (RES) as wind power and photovoltaic plants connected to the existing power grids represents a great challenge in the operational behaviour of the electrical energetic system (EES). Under these conditions the strategic development of all types of electrical grids becomes more and more important. One of the main problems is the stochastic behaviour in power generation of RES and their integration to a huge number of decentralized energy sources, which could have a major influence to the stability of the whole EES. In this case the usage and the development of powerful and smart software tools which are capable to simulate different scenarios of grid situations seems to be very necessary. Concrete goals of using such software tools are the finding of weak locations in the grid and their avoiding, but also the voltage stability with acceptable computing efforts. This thesis is concerned directly with these problems.

The thesis is separated into three thematic groups:

- optimization of conventional load flow methods (chapt. 3- 5), based on the explained mathematical fundamentals of the current used methods like GS-, NR- DC- methods etc.
- optimization of network operations using voltage/ power controlled devices (chapt. 6, 7) with focusing of Switching Logic of PV/ PQ buses and the modelling of OLTC- transformers

- analyzing of voltage stability, development of simulation techniques for solving of stability problems and their evaluation (chapt. 8- 14).

The problem of grids with RES is studied for an islanded distribution network in two scenarios with different impact of generated power by PV- plants (winter-/ spring-season). Two studies were performed for testing the voltage stability (chapt. 13). The thesis closes with conclusions and some suggestions for future work.

## **2 Evaluation of the thesis**

This thesis concentrates on topics associated with real problems concerning the stability of electrical grids of different sizes and with RES. The thesis is clearly structured, the mathematical expressions appear to be correct and all diagrams or figures have obviously been made with the due care and diligence expected from a doctoral thesis. The use of the English language throughout the thesis is important in terms of wider international interest. The English is perfect and the style acceptable. Nevertheless, this not only demonstrates the author's excellent knowledge of English but also enhances the international relevance of the given thesis (also important in terms of the European scientific research framework).

Investigations leading to the usage of improved simulation tools and to the understanding of stability problems into the electrical grids demonstrate not only the actuality of the current situation, but above all the depth of the author's theoretical and computational knowledge. This is further verified by the performed case studies and the development of an own simulation tool which fulfils a lot of necessary requirements. The recommendations given in the thesis concerning the optimized using of existing procedures and solving methods could be very appreciated for future users.

## **3 Critical remarks:**

The separation into three "stand- alone" topics makes the reading of the thesis more difficult, a common "red line" would be desirably. The author investigates a lot of different networks (IEEExxx) without a clear definition, criterion or explanation. Also the terms of grid- parameter (large- ,medium- size, distribution type etc) are not clear defined, therefore, the choice of the numerous networks seems to be randomized and not systematically. Additional to that most of the networks are not described, the given reference cannot be accepted as an explanation. The impact of RES into an existing network was investigated for two scenarios, but, unfortunately, the chosen islanded variant seems to be not typical for a real situation in the existing grids. At the same time the important parameter of voltage stability in that case was not investigated. The most interesting case was studied for the a real (Czech-) distribution network (p.116, chapt.13.4), but, unfortunately, without OLTC- transformers. If assumed, that typical installed (110/ 22) kV transformers are equipped with an OLTC device, such configurations seem to be more relevant for the practical situation. In every case could it be an innovative investigation proposal depending on the simulation results. Finally, the results for the evaluation of different NEOS Solvers are difficult to generalize, because the chosen test networks are not clear defined and classified.

#### 4 Summarized conclusions

Despite of the above mentioned critical remarks all the requirements for graduation to the academic doctoral title "PhD" have been fulfilled in the thesis submitted by Ing. Jan Veleba.

Consequently, admission of this thesis as a dissertation to the faculty of electrical engineering is accepted, or in Czech words,

**doporučuji k obhajobě.**

Pilsen, 16.08.2013

  
.....  
(Prof.Dr.-Ing.habil.Rainer Haller)

(Příloha k oponentskemu posudku disertační práce Ing. Jan Veleba)

#### Questions to the candidate:

- 1 Could you define large/ medium grid size resp. distribution network with terms related to the use in your simulations ? Could you define the loadability factor  $\lambda$  in terms of power and at which value of  $\lambda$  a highly loaded network is characterized ?
- 2 How would be changed the situation and the results in the case study in chapt. 12.3 (Islanded DTN with PV sources), if the former islanded buses are connected to the grid and a bidirectional power flow is permitted ?
- 3 How would be changed the situation and the results in the case study in chapt. 13.4 (Czech DTN) , if (110/ 22) kV transformers with OLTC will be used ?

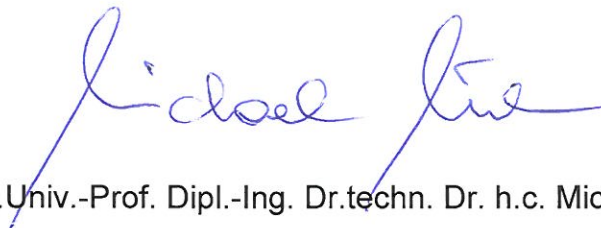
Graz, July 22<sup>nd</sup>, 2013

**Doctoral Thesis Opponent's Report**  
of  
**"Steady State Solution of Electric Power Systems  
with Accent on Fault Modelling"**  
by  
**Ing. Jan Veleba**

This report follows the request of the content of an opponent's report and will end with a statement for a recommendation.

- A) The networks are connecting more and more together therefore it is important for the voltage stability to have calculation programs to solve the problems coming up more and more with increasing system loadings, large number of uncontrollable renewable power sources being connected and deregulated market policies. This doctoral thesis covers therefore an important part for the networks with new control methods for voltage and power conditions using OLTC transformers and for evaluating reasonable voltage stability margins in distribution systems. In this doctoral thesis are coming out numerical improvements of conventional load flow methods, voltage and power control possibilities of OLTC transformer in larger and more complex power systems, voltage stability analysis of the networks and the use of alternative computational tools for load flow analyses. The author's contributions are the tuning of both G-S/N-R methods for decreasing iteration and CPU time requirements, voltage control demonstration in islanded distribution networks with strong photovoltaic power sources, the CLF algorithm as programmed by the author in MATLAB and some more. As an evaluation result the contribution of this doctoral thesis to the relevant field of study is very strong and important.

- B) The doctoral thesis is composed as a theoretical work with a broad range of practical studies using the software tool developed by the author. The used procedure to solve the problems is good organized and in an exact line. The optimization of conventional load flow methods and network operation using voltage / power-controlled devices are very well done and the achievement of the defined objectives is outstanding.
- C) The results of the doctoral thesis are very important for the electrical power systems to handle the problems with increasing loading, large renewable power sources and deregulated market policies. And the author has given an excellent overview of his own contributions to this work.
- D) The system approach is clear and in a strict line. The clarity, layout and language are very well expressed and the other formal aspects of this doctoral thesis are best done like I know from other doctoral thesis.
- E) The author has published a lot of papers in conferences, in reviewed journals, book chapters and research reports. In my opinion he has done more than I know from other Ph.D. candidates. Only I missed international conferences and papers, but this is the task of the university to send excellent young researchers also in international meetings.
- F) Therefore as a result of my comments I only can recommend this doctoral thesis for defence and I like to wish the author good luck.



Em.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Dr. h.c. Michael Muhr

**Oponentní posudek**, zpracoval Ing. Petr Neuman, CSc.

na disertační práci doktoranda Ing. Jana Veleby, na téma:

**„Steady State Solution of Electrical Power Systems with Accent on Fault Modelling“.**

Posudek obsahuje:

- a) Zhodnocení významu disertační práce pro obor,
- b) Vyjádření k postupu řešení problému, použitým metodám a splnění určeného cíle,
- c) Stanovisko k výsledkům disertační práce a k původnímu konkrétnímu přínosu předkladatele disertační práce,
- d) Vyjádření k systematice, přehlednosti, formální úpravě a jazykové úrovni disertační práce,
- e) Vyjádření k publikacím studenta,
- f) Jednoznačné vyjádření oponenta, zda doporučuje či nedoporučuje disertační práci k obhajobě.

**Ad a)**

1. Oponentovo zhodnocení významu disertační práce pro obor je následující.

Vzhledem k současným problémům s vyššími síťovými zatíženími vedoucími k potenciálním scénářům napěťové nestability, nutnými příslušnými analýzami zatížení a souvisejícími úkoly spolehlivého modelování sítě **disertační práce má velký význam a splnila tím též zadaný cíl.**

Kromě toho je třeba realizovat on-line vyhodnocování provozu sítě společně s navrhovanými strategiemi pro prevenci poruch. Tyto úkoly jsou aktuální v reálných energetických systémech na celém světě.

2. Vzhledem k aktuálnosti řešeného tématu si oponent dovil požádat vybrané uznávané zahraniční experty o odborné stanovisko k této disertaci. Jmenovitě jde o následující profesory:

- **Dr. Thierry VAN CUTSEM**  
Research Director FNRS,  
Adjunct Professor, University of Liege, Dept. of EE & Comput. Science
- **Professor Costas D. VOURNAS**  
National Technical University of Athens, School of Electrical and Computer Engineering,  
Electric Power Division

Tito pánové jsou, mimo jiné, autory významné knihy, která je uvedena v disertaci pod pořadovým číslem:

**[13]** CUTSEM, T.V. and VOURNAS, C. Voltage Stability of Electric Power Systems. Springer, 2008. ISBN 978-0-387-75535-9.

Jejich zhodnocení významu disertační práce pro obor je následující:

The presented work consists in a series of chapters, not so well and directly connected each another, relating to particular and specific aspects of resolutions algorithmic problems of power flow. In general, for every problem addressed, it is presented the application of a MATLAB model and methods found in the literature, in order to perform the fine tuning of the general parameters (e.g. coefficients of acceleration, ...) using test networks (medium size / small). Maybe it has been spent a bit too much space to the Gauss-Seidel type methods and the issues addressed are not always "hot topics" (e.g. switching between PV and PQ nodes in iterations of Gauss-Seidel type).

**Ad b)**

Vyjádření k postupu řešení problému, použitým metodám a splnění určeného cíle je od profesorů Van Cutsema, a Vournase, následující:

An interesting chapter is the Chapter 9 in which the Continuing Load Flow (CLF) analysis is applied using predictor/corrector algorithm for even faster and more advanced evaluation of the system's voltage stability.

Particularly interesting is the chapter 11 in which one seeks the path of least load increase that leads to voltage collapse: it is noted that in some cases, with the minimum path, it is possible to reach the collapse with an increase of less than 90% compared to a uniform increase. The question on this concern is whether we'd imagine computational problems by increasing the size of the network test.

K tomuto bodu je oponentovo dílčí stanovisko toto:

Disertace deklaruje řešení ustáleného chodu elektrizačních soustav obecně. Deklarativně není určena pro aplikaci v distribučních soustavách, vyvinutá a testovaná řešení jsou tedy určena i pro přenosovou soustavu. Testovací soustavy jsou však výhradně (distribuční soustavy) malé nebo střední velikosti. Je škoda, že nebyly testovány i soustavy velké a soustavy přenosové, které se přeci jenom vyznačují mnoha odlišnostmi.

Otázka: Proč nebyly testovány takové soustavy?

Rozčleníme-li cíle této práce do **tří** tematických skupin, můžeme konstatovat splnění bodů:

- 1) V oblasti optimalizace konvenčních metod toku zatížení sítě,
  - a) zkoumání stability **Newton-Raphsonovy** metody
  - b) urychlení výpočetního výkonu pro **Gauss-Seidel** metodu
  - c) použitím vektorové **Gaussovy** metody bylo dosaženo rychlejší analýzy chodu sítě
  - d) nalezení vhodného konvergujícího nastavení metody **Fast-Decoupled**
  - e) byl navržen zlepšený způsob **DC Load Flow** metody pro dosažení lepších přibližných řešení
- 2) V oblasti optimalizace provozu sítě využívající zařízení pro regulaci napětí / výkonu,
  - f) byly vypracovány postupy pro regulaci transformátorů s řízením V / Q / P a pro regulované sběrnice s danými limity VAR pro každou metodu výpočtu chodu sítě
  - g) byly analyzovány možnosti spolupráce regulačních transformátorů, synchronních kondenzátorů, generátorů pro optimální ostrovní provoz v distribuční síti v **koncepti inteligentních sítí**.

Takto lze disertaci hodnotit pouze z hlediska podmínek pro řízení napětí a jalového výkonu. **Z globálního pohledu nebyly (a nemohly být) analyzovány podmínky pro Smart Grids z hlediska dispečerského řízení.**

- 3) V oblasti vývoje a testování metod pro analýzu stability napětí,
  - h) byly navrženy algoritmy pro rychlé a přesné analýzy napěťové stability
  - i) byla vyvinuta metodika pro lokalizaci napěťově slabé oblasti sítě a návrh vhodných preventivních a nápravných opatření, týkajících se stability napětí
  - j) byly použity moderních postupy pro zjištění minimální vzdálenosti od vzniku napěťové nestability pro vysoce zatížené elektrizační soustavy
  - k) bylo ověřeno vyhodnocení, zda nárůst zatížení s konstantním účínkem je dostatečně robustní při posuzování stability napětí

Výpočetní **nástroj pro analýzu toku zatížení - SimEPS v. 3.0**, sloužící pro splnění uvedených cílů byl vyvinut autorem disertační práce v **prostředí MATLAB**, který poskytuje výstupy pro jednotlivé typy analýz chodu sítě a pro návrh lepšího fungování energetického systému při vysokém zatížení a při vzniku určitého scénáře napěťové nestability.

Důraz byl přitom kladen na správné a spolehlivé výsledky s minimálními počty iterací a minimálním časem CPU pro výpočet příslušné analýzy provozu v reálném čase.

Navržené a simulačně ověřené OLTC algoritmy s uvažováním reálných limitů VAR ve sběrnících typu PV byly realizovány v G / GS metodách při spolehlivé výrobě elektrické energie s mnohem lepšími výsledky než u NR metody, včetně optimálního „tap“ nastavení transformátorů.

b.1) V tomto ohledu má skutečně tato disertační práce stále prostor pro další rozvoj s využitím pokročilých metod a postupů pro provoz a řízení elektrizačních soustav.

b.2) Autor správně konstatuje, že bohužel žádný program pro výpočet napěťové stability, který byl navržen a optimalizován, nemůže být realizován v reálném čase.

To je z hlediska dispečerského řízení velké omezení a je nutné se zamyslet nad praktickým způsobem využití metod a výpočtů navržených a ověřených v této disertaci !!

b.3) Navzdory k některým výše uvedeným skutečnostem však je nesporné, že disertační práce splnila zadaný cíl.

Některé detailnější poznámky a otázky ke zvolenému postupu řešení, použitým metodám a splnění určeného cíle:

**Ad b)**

(57/151), **8.3 Properties of Author-Developed Codes in MATLAB Environment**

Finally, singularity type (**saddle-node / limit-induced bifurcation**) is determined for each network bus.

Oponentova otázka: Kde jsou v disertaci určeny „sedlové uzly“ pro každou síťovou sběrnici ??

(27/43) **10. Voltage Stability Analysis: Location of Weak Network Areas**

The 59-bus test power system (**transmission supergrids**, highly sparse, base-case Generation/Load of 25.43/24.8 GW) [28] is fully analyzed.

[28] Simplified 14-generator model of the SE Australian Power system [online]. [cit. 2011-11-02]. Available on: [www.eleceng.adelaide.edu.au/Groups/PCON/Power Systems/IEEE/BenchmarkData/Simplified\\_14-Gen\\_System\\_Rev3\\_20100701.pdf](http://www.eleceng.adelaide.edu.au/Groups/PCON/Power%20Systems/IEEE/BenchmarkData/Simplified_14-Gen_System_Rev3_20100701.pdf).

(106/151) **13.2 Comprehensive Voltage Stability Analysis of a 59-bus Test Network**

The 59-bus test network is a simplified 14-generator model of the South-East Australian Power system [82].

[82]= [28]

**transmission supergrids** ... co je míněno termínem supergrids ??

(v Česku je tím označována nadřazená DC soustava – viz [Vx] prezentace Ing. M. Vrba – ČEPS)!

(109/151) = (29/43)

Following corrective strategies are proposed for improving the voltage stability:

- 1) Connect synchronous condensers/generators and/or apply load-shedding in critical buses located in weak network areas (i.e. those with lowest VSMli and highest VSF<sub>i</sub> values or those with negative VSF<sub>i</sub> values).
- 2) Use broader var limits and higher voltage magnitudes in PV buses inside or close to weak areas.
- 3) Disconnect all shunt inductors.
- 4) Activate synchronous condensers or switched shunt capacitors to buses with the lowest VSMli values outside the highly sensitive regions.

(29/43) Of course, corrective actions can be applied only when approaching the singular point, respecting the region of viable voltage values and reasonable branch loadings and with the best combination of stability improvements and operational costs.

Samozřejmě, že nápravná opatření se použijí pouze tehdy, když se blíží singulární bod, s respektováním oblasti uskutečnitelných hodnot napětí a přiměřeného zatížení poboček a nejlepší kombinace vylepšení stability a provozních nákladů.

V disertaci v odpovídající části (kap. 13.2, str. 109/151) tato formulace není.



#### Ad b)

Kapitola 3., rekapituluje analýzu a výpočet chodu sítě  
(nic nového neuvedeno, proč je to do disertace zařazeno ?)

- Kvůli kompletnosti?
- Kvůli rozsahu?

Nejednotnost v odvození: str. (17/151), rovnice (3-1):

$$S_i = P_i + jQ_i = \sqrt{3} U_i I_i^* \rightarrow I_i = \frac{P_i - jQ_i}{\sqrt{3} U_i^*}$$

$U_i \rightarrow V_i$  ... dle literatury [30, resp **V30**]; asi však [20], možná [22]

Je sice následně uvedeno:

Then, the net current/power can be either delivered into the bus („+“ sign) or demanded („-“ sign). {Pak může čistý proud / výkon může být dodán do sběrnice (se znaménkem "+") nebo odebírán (se znaménkem "-")}, ale matematicky jsou uvedené rovnice nejednotné!

Pozn: V dalších obdobných rovnicích se „nejednotnost“ nevyskytuje, viz. např. str. (29/151), rovnice (4.2-1):

$$S_i = P_i - jQ_i = \sqrt{3} I_i U_i$$

Oponentova žádost: Necht' disertant v rámci obhajoby nejednotnost vysvětlí a ukáže jejich odvození?

Kapitola 4., uvádí numerické metody řešení LFC, je tam něco nového ?

- Vývojové diagramy G-S (Fig. 4.1-1), N-R (Fig. 4.2-1) algoritmů – viz literatura: [20], resp. [12] MERTLOVÁ, J., HEJTMÁNKOVÁ, P. and TAJTL, T. Teorie přenosu a rozvodu elektrické energie. ZČU, 2004. ISBN 80-7043-307-8.,
- a vývojový diagram F-D algoritmu (Fig. 4.3-1) – viz literatura [8], [62], resp. [20] ŠILHÁN, P. Modelování a řízení přenosové soustavy. Pilsen, 2008. Doctoral thesis. University of West Bohemia in Pilsen, jsou převzaty z uvedených literatur, nebo je v nich vlastní přínos disertanta ??

Otázka zda je něco nového – je tam drobná odchylka v obrázku Fig.4.1-1, proti vývojovému diagramu v literatuře [30, resp **V30**], resp. [20]:

Obsah Kapitoly 4., vystihuje následující specifikace z literatury [30, resp **V30**]:

Pro řešení chodu soustavy se používají dvě konvenční numerické metody - tzv. **Gauss-Seidelova** a **Newton-Raphsonova**.

Z algoritmu druhé jmenované metody došlo v minulosti k odvození dvou výpočtových procedur pro analýzu sítě - tzv. **Fast-Decoupled** a **DC load flow metoda**.

POZN: Oponent má v elektronické formě k dispozici pouze **Autoreferát**. Ten se porovnává s vlastní disertací dosti „obtížně“, protože obsah „Autoreferátu“ a „Doctoral Thesis“ je odlišný – s odlišným řazením kapitol a jejich obsahu.

Například v Autoreferátu v kapitole 4. jsou uvedeny obrázky jak z **Thesis z kapitoly 4.**, tak i obrázky a tabulky z **Thesis z kapitoly 11.**

Proč je to takhle zpracováno ?

In this doctoral thesis, main emphasis was placed on  
c) voltage stability analysis of the networks along with the evaluation of maximum loadabilities / loadability, locations of weak network areas and detections of critical scenarios for minimum distance to voltage instability.

Jakým jiným způsobem může být hodnocena maximální zatížitelnost?

Nápověda: Ampacita – hodnocení dle teploty vodiče staticky / dynamicky !!!

- použití jednotek PMU, systémů WAMS a WAPaC

#### Ad c)

Autorským příspěvkem disertanta je **ladění obou metod GS / NR** s cílem snížení počtu iterací a zkrácení požadavku na výpočetní čas procesoru CPU.

Dalším s tím souvisejícím autorským příspěvkem je **zvýšení numerické stability**.

Obě metody G / GS mohou tedy ještě užitečné **pro realizaci off-line studií spolehlivosti sítě**, pro ověřování výstupů metody NR a pro jednoduché výpočty chodu sítě, zejména pro středně velké elektrizační soustavy.

Pro metodu N-R metody se na základě výsledků disertace může důrazně doporučit použití numericky stabilních metod tak, aby se zabránilo numerickému kmitání a vzniku divergujících provozních scénářů při mimořádných provozních podmínkách. (neplánovaná výroba z obnovitelných zdrojů energie, značně zatížená síť, atp).

V disertační práci byla provedena demonstrace uplatnění **regulace napětí v ostrovním provozu distribuční sítě** se silnou penetrací fotovoltaických zdrojů a použitím značného rozsahu kompenzačních zařízení napětí a jalového výkonu.

Bylo ukázáno, že vhodná spolupráce různých nastavitelných prvků systému může být za jistých okolností nezbytná pro stabilní, spolehlivý a udržitelný provoz a řízení elektrizačních soustav s připojenými obnovitelnými energetickými zdroji.

Vhodnou strategií je však pouze taková, **která vyhovuje jak technickým, tak i ekonomickým kritériím. Při řízení soustavy musí dispečer tato kritéria brát v úvahu.**

**Prováděná simulace** otevírá novou perspektivu řízení sítě pomocí centralizovaného dispečerského střediska s tím, že je provozován rovněž off-linový optimalizátor pracující téměř v reálném čase.

Je možné konstatovat, že metody a nástroje vyvinuté a ověřené v disertaci se mohou stát základními „kameny“ pro stavbu tzv. **inteligentních sítí (koncept Smart Grids)**.

K vybudování komplexních **Smart grids** je však ještě dlouhá (vývojová, HW a SW, realizační) cesta.

Je však pravdou (jak již bylo poznamenáno v části b.1), že **disertační práce naznačuje prostor pro další rozvoj dispečerského řízení a konceptu Smart Grids, pochopitelně pouze s využitím pokročilých metod a algoritmů pro řízení provozu elektrizačních soustav.**

V budoucnu by s ohledem na aktuální problémy a výzvy v provozu a řízení elektrizační soustavy, mohly být uvedené metody dále rozvíjeny. Například, vzhledem k tomu, že metoda CLF je numericky stabilní i v singulárním bodě a jeho okolí, může se rovněž zabývat **numerickými singularitami v základním případě pro špatně podmíněné** a špatně konvergující případy chodu sítě, kdy standardní metody NR má numerické problémy.

Pro F-D metodu se zdá být nevhodnější citlivostní přístup vzhledem k zcela odlišnému matematickému konceptu této metody výpočtu chodu sítě.

**Potenciálně mohou být faktory citlivosti účinnější i pro NR metodu, pokud se má zabránit častému spínání transformátorů z OLTC při regulaci.**

**Ad d)**

V části **FOREWORD** jsou u všech uvedených osob důsledně uváděny všechny akademické a pedagogické tituly, pouze u pana **Ing. Ladislava Haňky** z ČEPSu není uveden titul **CSc.**

Jednou zkratkou **PV** znamená P-V buses (činný výkon – napětí), jindy PhotoVoltaic (fotovoltaický). Při rychlém čtení by mohlo dojít k pomýlení – viz příklady z textu:

- Capacitor banks were modelled as **PV buses** with the PV-PQ bus-type.
- Steady-state model of the **PV power plant**

V autoreferátu je na straně (5/43) uveden znak „Západočeská Univerzita v Plzni“, tak na straně (6/43) je znak „Brunel University London“ (do vlastní disertace se tento znak nepropašoval, naštěstí).  
Co to znamená?

**FOREWORD:** ... during my 10-month research stay at Brunel University in 2008-09.

V disertaci je na straně (113/151) obrázek s textem

**Fig. 13.3-4: Searching process for local minimum (EPS0002IV),**

tentýž obrázek v autoreferátu na straně (30/43) je s jiným textem

**Fig. 11-2: Searching process for local minimum - a 2-bus test system.**

Je to drobnost, ale ztěžuje orientaci, porovnání a vyhodnocení!

## NEJASNOSTI A POCHYBNOSTI V TEORII:

(57/151) **8.4 Shortest Distance to Voltage Instability**

... which leads to minimum distance to **Black-Out**.

(32/43) **11. Voltage Stability Analysis: Shortest Distance to Instability**

The 19-bus distribution network **[20]** of the western part of Czech Republic was tested for finding the minimum distance to instability - see Fig. 11-4.

(116/151) **13.4 Testing of the Shortest Distance to Voltage Instability – Case Study 1.**

Fig. 13.4-1 = Fig. 11-4

**[62] = [20]**

... reagovat ??? ... varování pro dispečera !!

Pozn: Je testováno mnoho benchmarkingových soustav, až to působí trochu „roztříštěně“!

Pouze jedna z mála testovaných soustav je reálných, a navíc přímo část západočeské distribuční soustavy. To je dobře!

Otázka: Proč nebylo testováno méně / více na reálných „českých“ soustavách (distribučních a přenosové) ??

Mělo by to větší aplikovatelnost do provozu!

## PRAKTICKÉ POUŽITÍ VÝSLEDKŮ DISERTACE:

Programming tool **SimEPS** (Steady-State Simulations of Electric Power Systems) has been developed in **MATLAB** environment.

- Input data can be inserted in both per „unit“ /physical units ?? ... chybí slovo „unit“ ?
- Vstupní data mohou být vloženy v obou: „na jednotku „x“ / tak ve fyzikálních jednotkách ?? „x“ ... dimensionless / bezrozměrné ???

PŘ: loading of input data (in physical/per units) ... (ve fyzikálních/v jednotkových - veličinách)

The full demonstration of **SimEPS** software will be available during its academic defence !?!

**Unfortunately, none of voltage stability softwares were designed and optimized so that real-time calculations of electric power systems would be possible.**

Otázky: Proč?, Co se s tím dá dělat (pokud vůbec něco)?, Jak lze tedy **SimEPS** používat (pouze pro síťové výpočty; pro přípravu provozu; nebo třeba i jako podpůrný prostředek dispečera v „pseudo-reálném“ čase – tzn. v čase sice pomalejším než R-T, ale ne tak pomalu, aby během 10 – 30 minut se nedal udělat alternativní výpočet)?

*By these, both G/G-S methods can be still useful for **off-line reliability network studies**.*

*Performed simulation provides new perspective on such wholesale control of the network using the centralized computing centre with real-time running optimizer (**Smart Grid concept**).*

*From this list of strategies, only the one which meets both technical/economical criteria **should be executed by the operator**.*

## DALŠÍ ROZVOJ METODY OVĚŘENÉ V DISERTACI:

With respect to actual problems and challenges in electric power system operation and control, each scope of this work can be further developed.

Furthermore, the Q-limit guided CLF algorithm [19] would be the most robust and advanced for minimizing the numbers of stable V-P points **for reaching the bifurcation point**.

V kapitole **4.2 Newton-Raphson Method**, je uveden problém konvergence, a s tím spojený vznik „**fraktálních regionů**“, viz:

---

[2, Autoreferát], [3, PhD Thesis]

VELEBA, J. Numerical Stability of the Newton-Raphson Method in Load Flow Analysis. In Electric Power Engineering - EPE 2010. Brno: University of Technology, 2010. pp. 87-92. ISBN: 978-80-214-4094-4.

---

Otázka: Je problém „fractal regions“, a tím rovněž „bifurcation“, deterministic chaos“ pouze numerický (u metody N-R) ?, nebo je to obecný projev fyzikálního chování nelineárních dynamických soustav, a jako takový se může vyskytnout i u elektrizačních soustav (zejména pokud se instalují prvky silové elektroniky, např. zařízení typu FACTS) ??

#### Ad e)

Tato část disertace je velmi „totožná“ s literaturou [2, resp 3], lépe však [V2, resp V3], která není v této části uvedena (dle oponenta by měla být, kvůli transparentnosti).

Jaký je vůbec systém značení uvedené a použité literatury v této disertaci ?

V kapitole **References** nejsou v některých případech uvedeny roky publikace, viz např.

[54] EPE xxxx

[58] PSCE xxxx

Literatura [3], je uvedena postupně na stránkách 17, 18 (2x), 25, 26, 28, 29, 30, 34, 37, 45, 49, ... vždy jen ve velké skupině odkazů na začátku jednotlivých celých kapitol disertační práce, například a zejména u kapitol 3., 4., 7. (tyto kapitoly jsou zřejmě převážně převzaty z literatury ?).

Je to **záměr**, aby se nedalo jednoduchým způsobem přesně porovnat texty, nebo je to nedostatek (daný např. snahou o rychlé zpracování disertace ??)

V disertaci, v kapitole 16. **References** je uvedeno 82 odkazů očíslovaných průběžně [1] až [82]; v autoreferátu v kapitole 14. je uvedeno 28 odkazů očíslovaných průběžně [1] až [28].

V disertaci, v kapitole 18. **List of Candidate's Publications Related to the Doctoral Thesis Conferences**: je uvedeno 31 odkazů také očíslovaných průběžně od začátku čísla [1] až [31]; v autoreferátu v kapitole 15. je uvedeno 18 odkazů očíslovaných také průběžně [1] až [18].

Takže když v disertaci, např. na straně (17/151) je uveden odkaz na literaturu [1] až [10], [16] a [17], není zřejmé, jestli se jedná o literaturu z kapitoly 16., nebo z kapitoly 18.; zkratka je to nejasné.

A tak je tomu i jinde.

Kvůli zvýšení transparentnosti měla být literatura v kap. 18 označena jinak, například indexem V, tedy [V1] až [V31].

#### Příklad „literатурního zmatku“:

V kapitole 8., str (52/151),

To prevent voltage collapse scenarios, ...

... the load which eventually Leeds to higher branch looses and further voltage drops [4], [5],

Otázka: Jedná se o literaturu

[4] Kundur; nebo [4, resp. V4] Veleba, Pilsen 2010 ?

[5] Canizares; nebo [5, resp. V5] Veleba, ELEN 2010 ?

V příloze **Appendix E**: jsou v tabulce uvedeny reference pro jednotlivé **Examined Test Power Systems**, např. na straně 148 je uvedena 19x reference [76] (v prvním případě jde o "case" EPS114I – 114-bus test local distribution system, ROM).

Reference [76] je Available on: <http://www.egu-prg.cz/> , kde nejsou žádné odkazy na **Test Power Systems** ???

#### Book Chapters:

[9] Electrical Substations and Lines. BEN - technická literatura, Prague, 2010, 168 pages. ISBN: 978-80-7300-265-7.

Pozn: The Authors (Noháčová, Mertlová) thank Ing. Jan Veleba, ... , which helped us in the translation, proofreading, illustrations, graphics and publication of this book.

Otázka: Co dělal konkrétně pan Ing. Jan Veleba, když má tuto činnost uvedenou v referencích?

O nepřímou referenci také nejde, protože v seznamu literatury není uvedena ani jedna samostatná práce, nebo práce se spoluautorstvím Ing. Veleby!

Ad f)

**Doporučuji disertační práci k obhajobě.**

Oponent: Petr Neuman

Zpracováno dne: 9.8.2013

V Praze



.....  
vlastnoruční podpis oponenta