

KEE / MS

Modelování elektrických sítí

Obsahová náplň předmětu

- Možnosti a různé způsoby tvorby matematických modelů základních i složitějších prvků elektrizační soustavy.
- Zapojení modelů základních elektrických zařízení do modelování provozních i mimoprovozních stavů elektrizační soustavy.
- Řešení speciálních dějů (stavy naprázdno, malé zatížení, přetížení, zkraty) a jejich odezvy v provozu a řízení elektrizační soustavy.

Přehled témat přednášek

- Základy matematického modelování a metodika modelování částí a prvků ES
- Principy modelování elektrických sítí, parametry elektrických vedení venkovních a kabelových, metody měření a výpočtu parametrů
- Modely transformátoru s různým zapojením a konstrukcí, metody měření a výpočtu parametrů
- Modelování točivých strojů, metody měření a výpočtu parametrů
- Praktické řešení modelů ustáleného chodu sítě.

Přehled témat přednášek

- Základní modelování ustáleného chodu sítě v nástroji PowerWorld
- Základy modelování v modelovacím nástroji DYNAST.
- Tvorba modelů a jejich pokročilých analýz.
- Základy modelování v nástroji MATLAB Simulink.
- Využívání nadstavbových knihoven PowerSimSimulations.
- Základy modelování v simulačním nástroji EMTP-ATP.
- Základy modelování v simulačním nástroji Swing.

Litaratura

- Mühlbacher, Jan. Metody řešení přechodných jevů v elektrizačních soustavách I.. 1. vyd. Plzeň : ZČU, 1993. ISBN 80-7082-087-X.
- Mühlbacher, Jan. Metody řešení přechodných jevů v elektrizačních soustavách II.. 1. vyd. Plzeň : ZČU, 1993. ISBN 80-7082-097-7.
- Mühlbacher, Jan; Noháč, Karel. Přechodné jevy v elektrizačních soustavách : řešené příklady ke cvičení. 1.vyd. Plzeň : ZČU, 1994. ISBN 80-7082-169-8.

Litaratura

Příručky příslušných modelovacích nástrojů:

- PowerWorld
<http://www.powerworld.com/training/quick-start-guides>
<http://www.powerworld.com/training/online-training>
<http://www.eng.uwi.tt/depts/elec/staff/alvin/ee35t/notes/PowerWorld-Tuorial.html>
- MatPower
<http://www.pserc.cornell.edu/matpower/#download>

Litaratura

Příručky příslušných modelovacích nástrojů:

- DYNAST :

<http://virtual.cvut.cz/dynast/>

<http://virtual.cvut.cz/dyn/download/public/>

<http://virtual.cvut.cz/vypocty/prirucka.pdf>

- EMTP-ATP

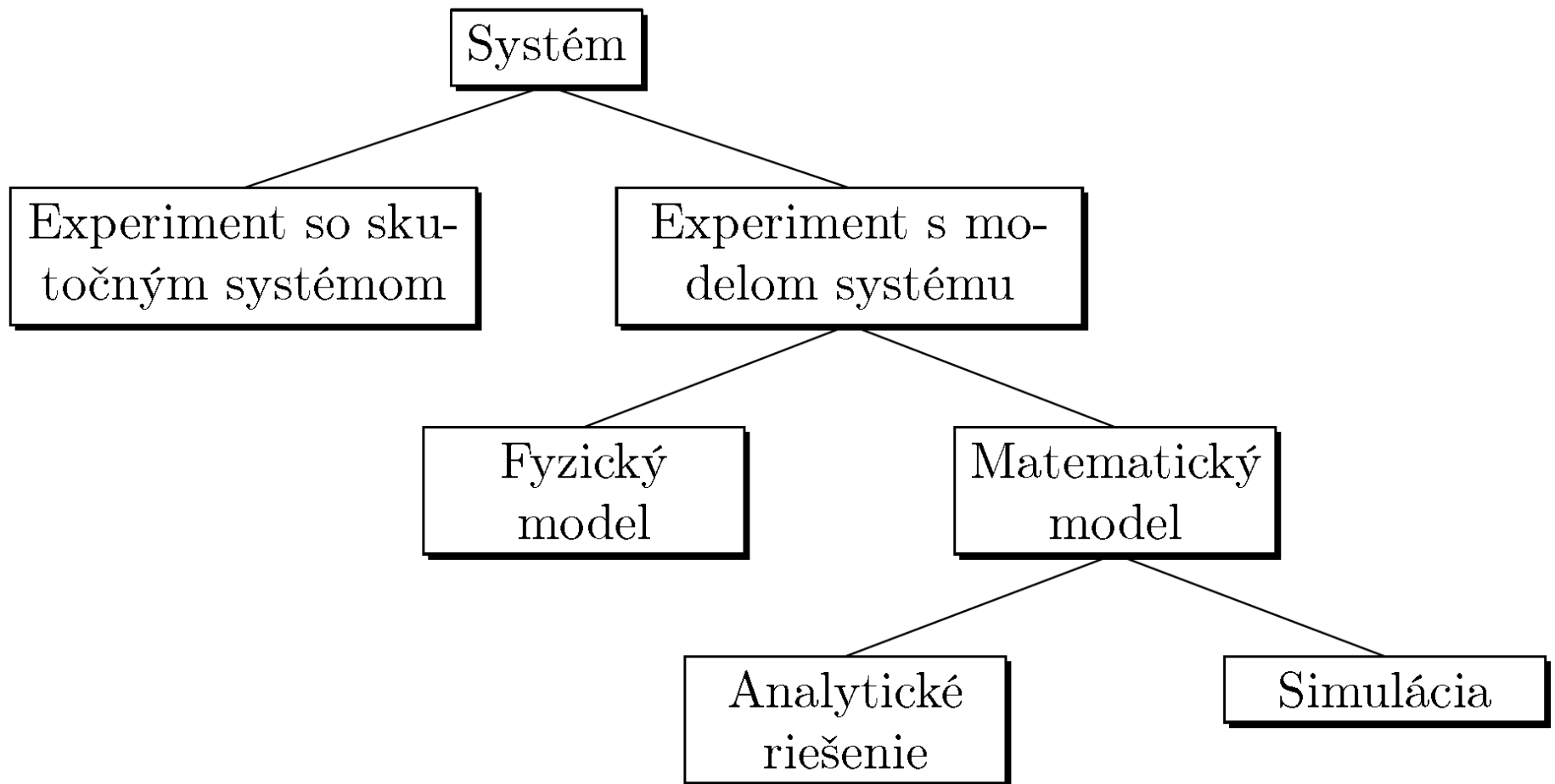
<http://homen.vsb.cz/~mah30/1circuit.html>

<http://ece.uprm.edu/~lorama/ATPQG>

<http://www.emtp.org/>

Metodika modelování prvků a částí energetických elektrizačních soustav

- Obecný postup analýzy systému



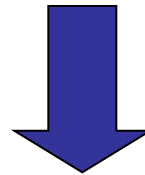
Metodika modelování prvků a částí energetických elektrizačních soustav

- Obecný postup a metodika numerického řešení přechodných dějů v elektrizačních soustavách

Výpočetní výkon
simulačních prostředků

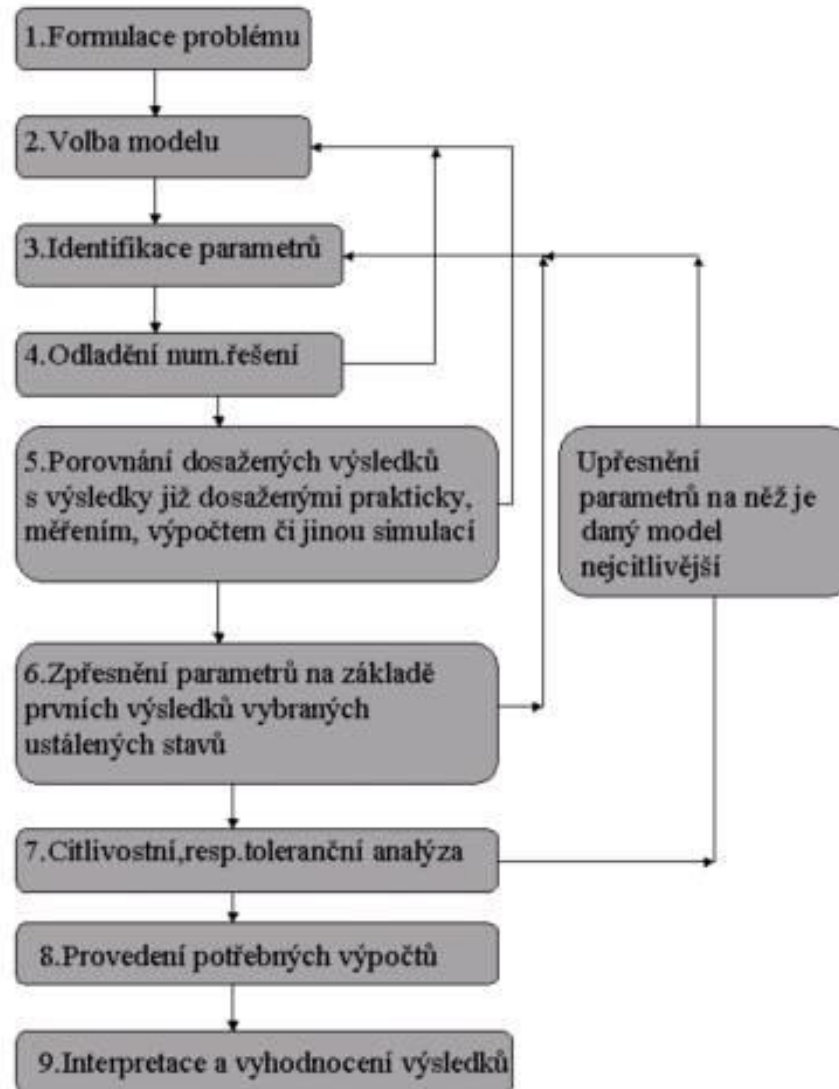
Stabilita numerického
řešení

Omezené možnosti
identifikace parametrů



Pro každý konkrétní problém je třeba sestavit
speciální model

Metodika modelování prvků a částí energetických elektrizačních soustav



Metodika modelování prvků a částí energetických elektrizačních soustav

1. Formulace problému

2. Volba modelu

3. Identifikace parametrů

4. Odladění num. řešení

5. Porovnání dosažených výsledků s výsledky již dosaženými prakticky, měřením, výpočtem či jinou simulací

6. Zpřesnění parametrů na základě prvních výsledků vybraných ustálených stavů

7. Citlivostní, resp. toleranční analýza

8. Provedení potřebných výpočtů

9. Interpretace a vyhodnocení výsledků

Upřesnění parametrů na něž je daný model nejcitlivější

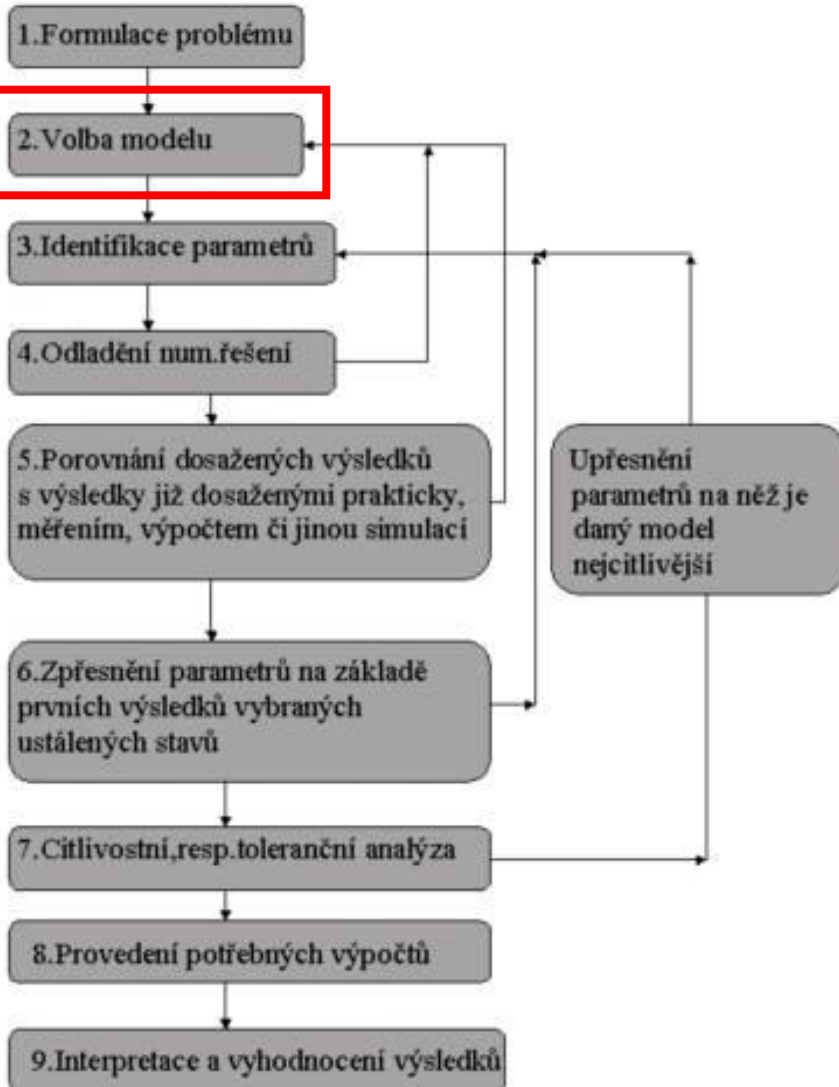
Formulace problému

- Formulace a ohraničení charakteru (ustálený stav či přechodný děj)
- Které fyzikální aspekty problému jsou podstatné (respektovat) a rozhodující (co nejpřesněji respektovat)

Metodika modelování prvků a částí energetických elektrizačních soustav

Volba modelu

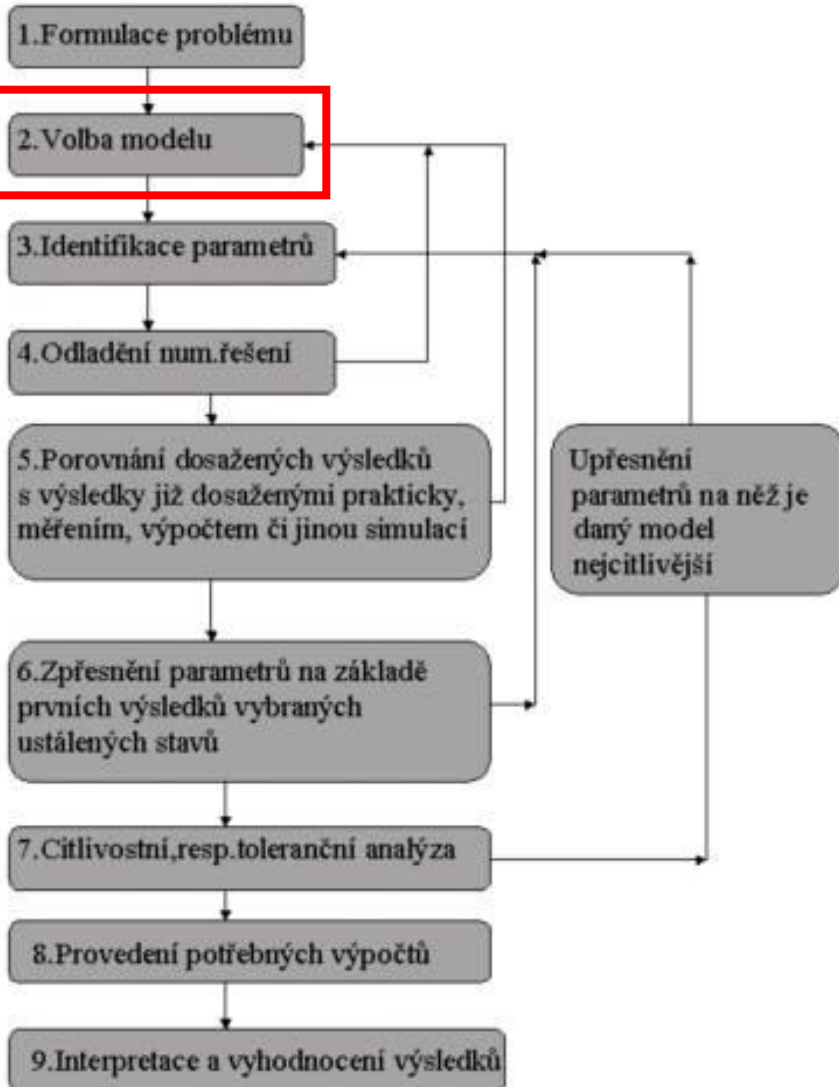
- Co nejjednodušší
- Respektující všechny veličiny (včetně typu jejich souřadnic) a formulované vztahy a umožňující řešení příslušných dějů (dle rychlosti děje, linearity prostředí, symetrie)



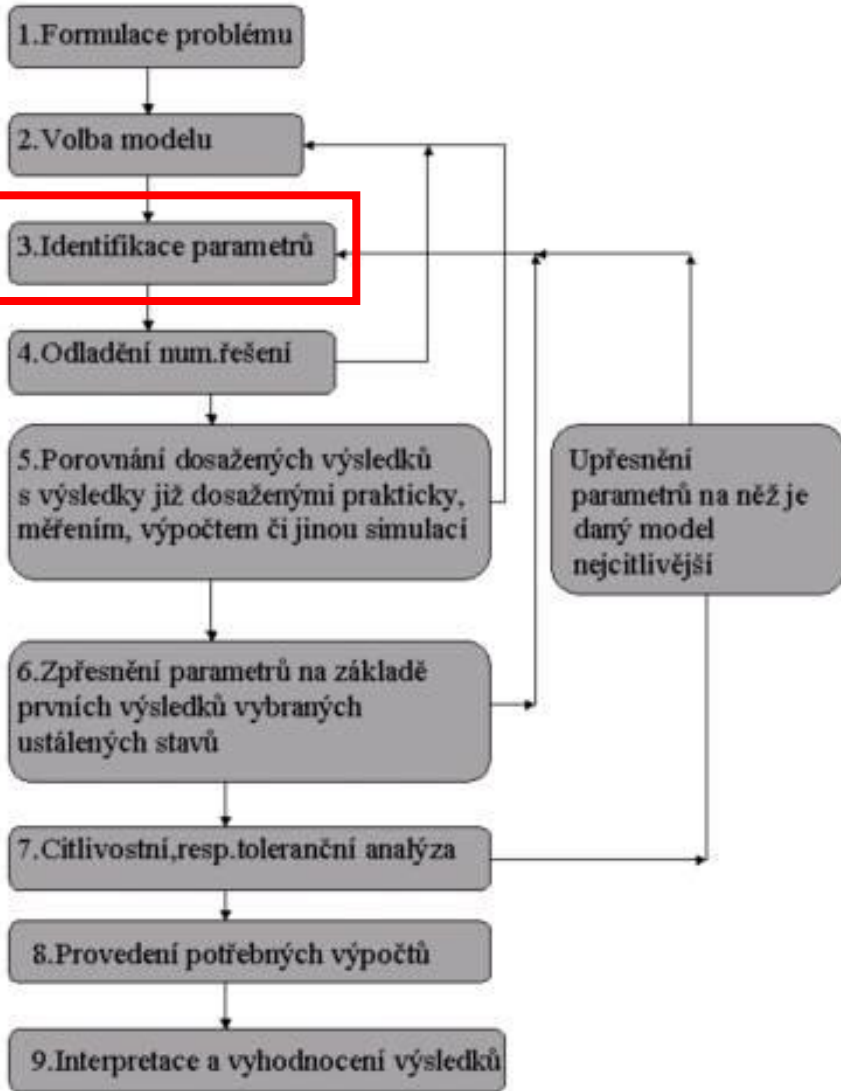
Metodika modelování prvků a částí energetických elektrizačních soustav

Volba modelu

- Nutná snadná a přesná, dobře podmíněná identifikace paramterů
- Podmiňující stabilitu numerického řešení



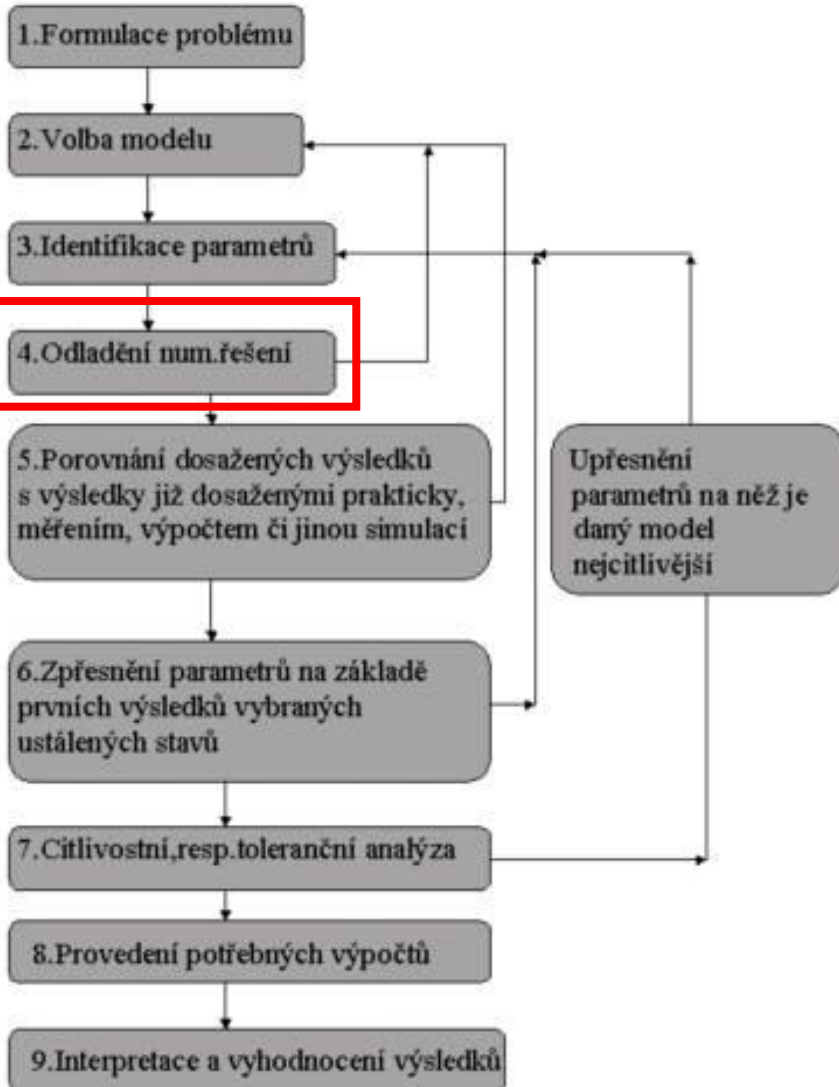
Metodika modelování prvků a částí energetických elektrizačních soustav



Identifikace parametrů

- Vychází se z měření nebo z výpočtu (ideálně z kombinace)
- Kontrola fyzikální smysluplnosti výsledků
- Někdy nutné sáhnout po hodnotách obvyklých a dále je zpřesnit

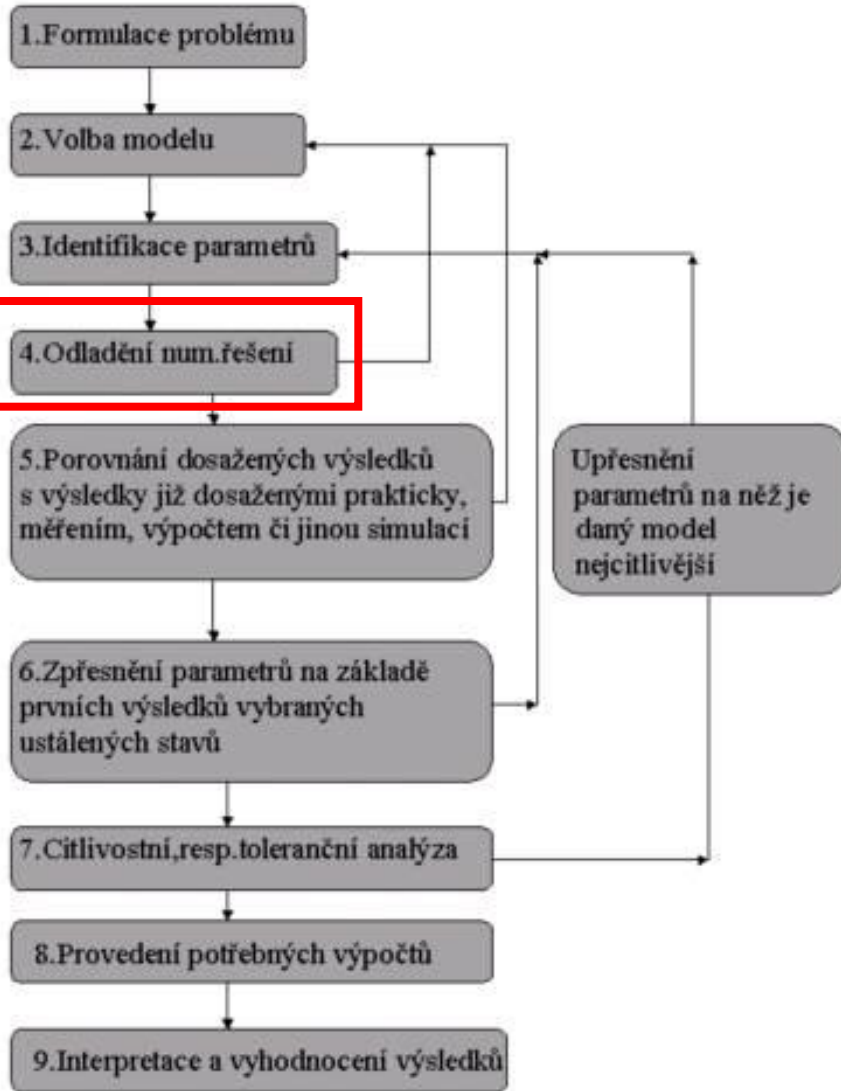
Metodika modelování prvků a částí energetických elektrizačních soustav



Ladění numerického řešení

- Často proces neexaktní založený na zkušenostech
- Závislost na výkonu HW a kvalitě SW
- Výhodné využít existující řešení a ta modifikovat

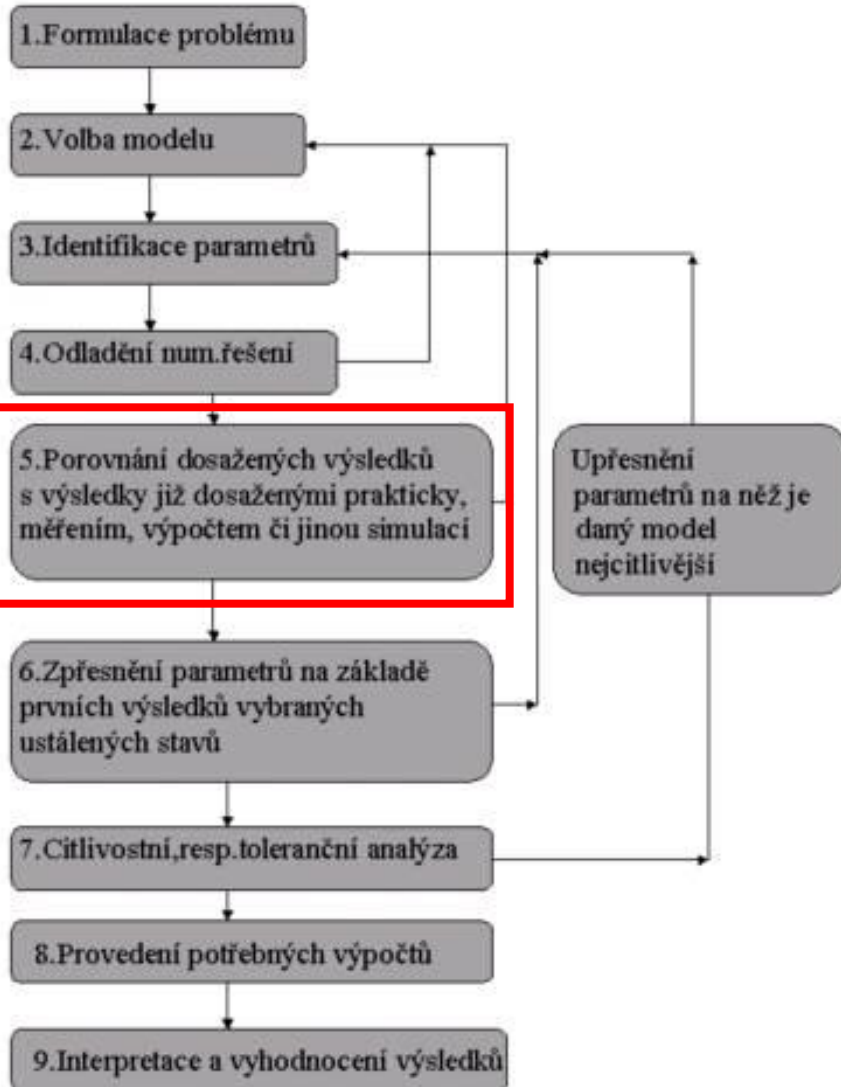
Metodika modelování prvků a částí energetických elektrizačních soustav



Ladění numerického řešení

- Často proces neexaktní založený na zkušenostech
- Závislost na výkonu HW a kvalitě SW
- Výhodné využít existující řešení a ta modifikovat

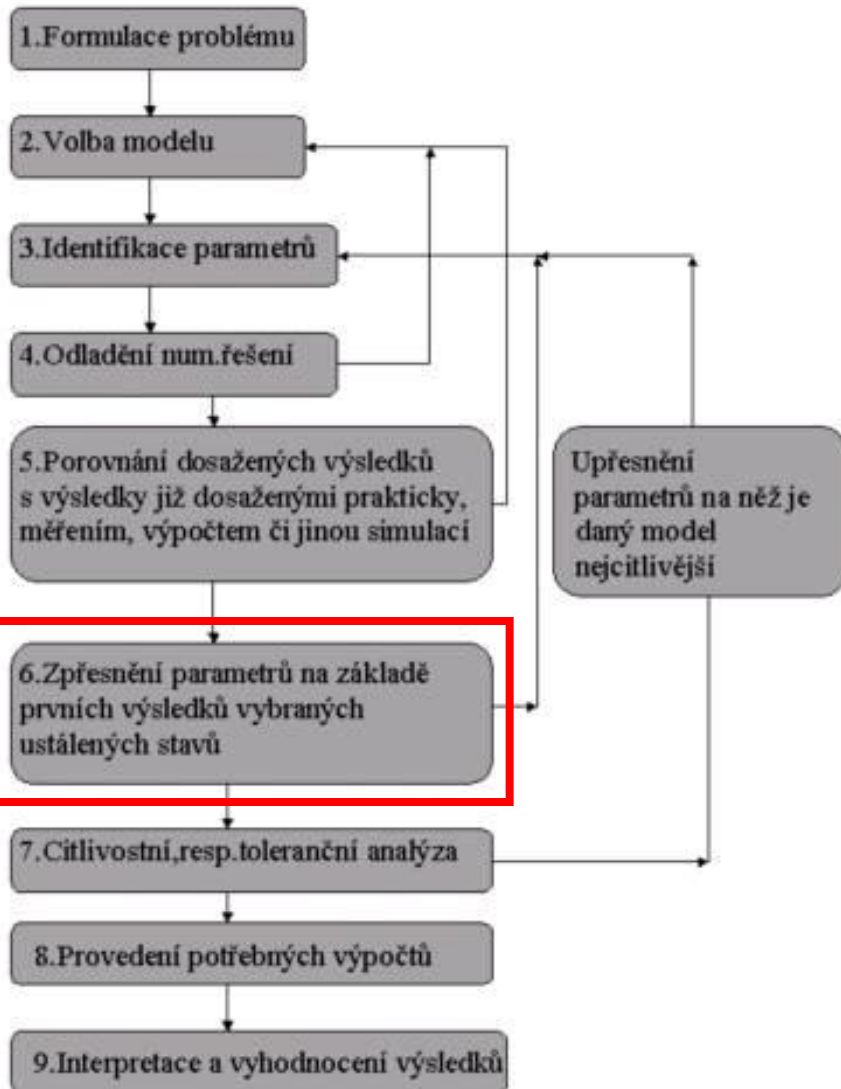
Metodika modelování prvků a částí energetických elektrizačních soustav



Porovnání výsledků

- Porovnání získaných výstupů pto stavy a děje, které lze porovnat s alternativními (analytické řešení, měření, konkurenční model, linearizovaný model)

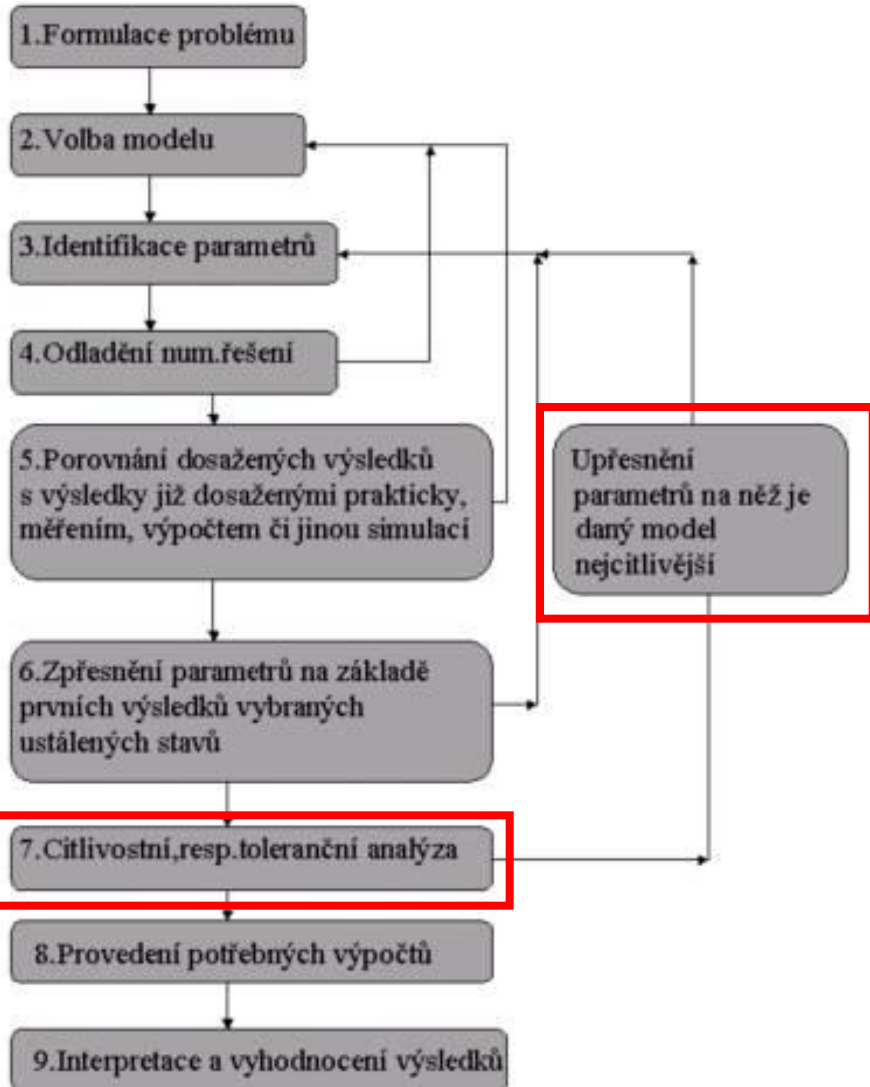
Metodika modelování prvků a částí energetických elektrizačních soustav



Zpřesnění parametrů na základě známých stavů či dějů

- Doladění parametrů získaných prvotní identifikací, zvláště v případě těch odhadovaných

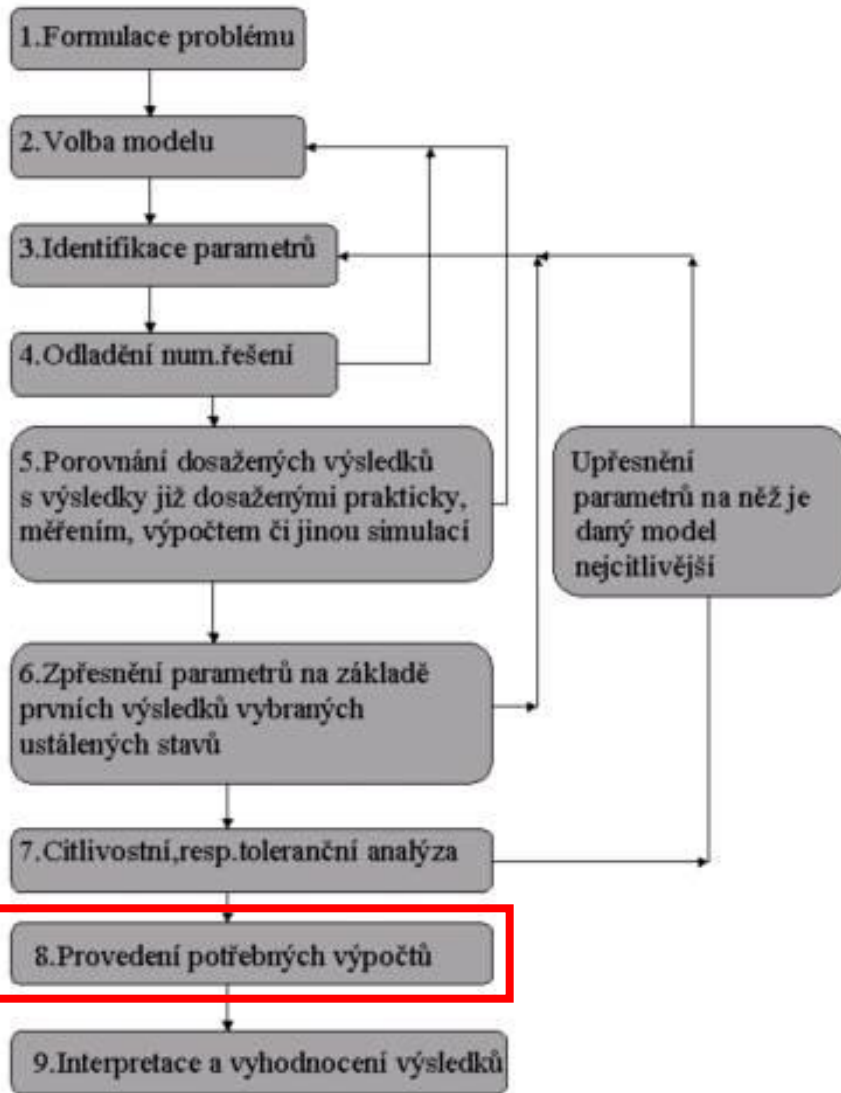
Metodika modelování prvků a částí energetických elektrizačních soustav



Citlivostní analýza

- Určení odezvy získávaných výsledků na změny vstupních parametrů
- Snaha u upřesnění parametrů, na které je model nejcitlivější

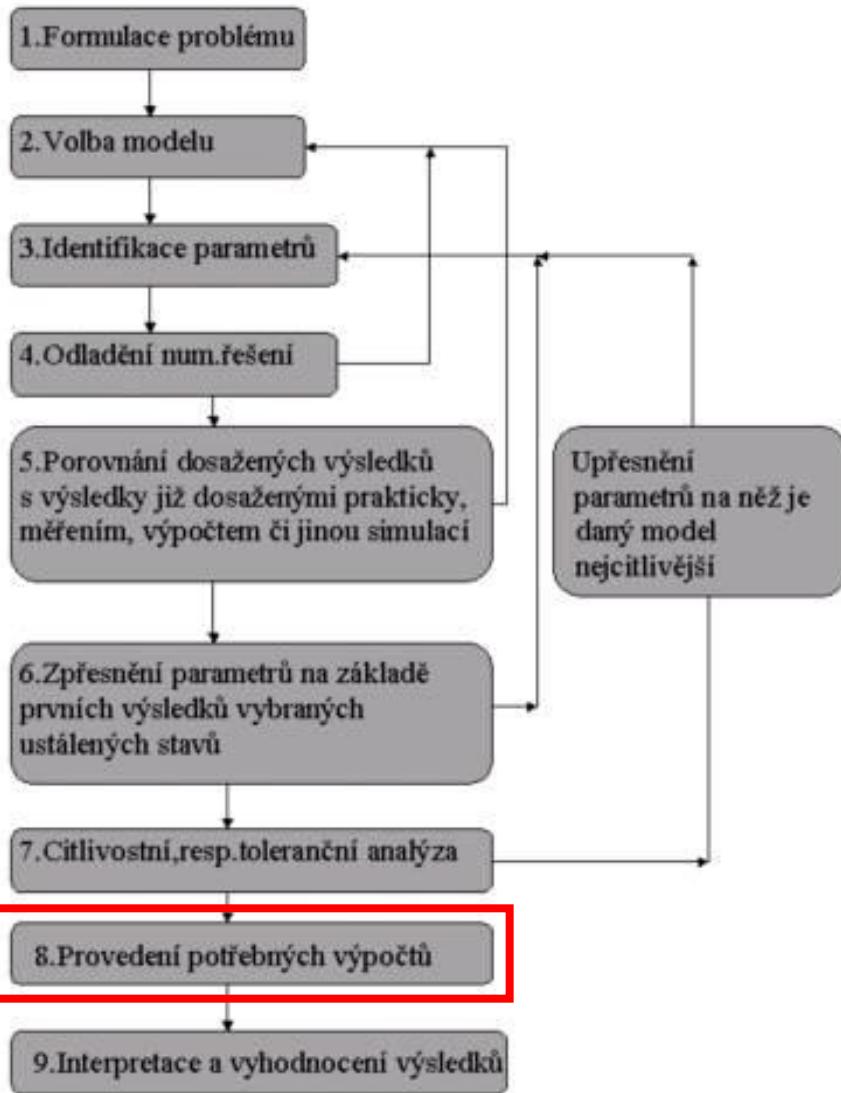
Metodika modelování prvků a částí energetických elektrizačních soustav



Provedení potřebných výpočtů

- Provedení cílových výpočtů v dostatečném množství
- Získání výsledků v potřebném rozpětí a detailu měřítek a za všech potřebných provozních okolností

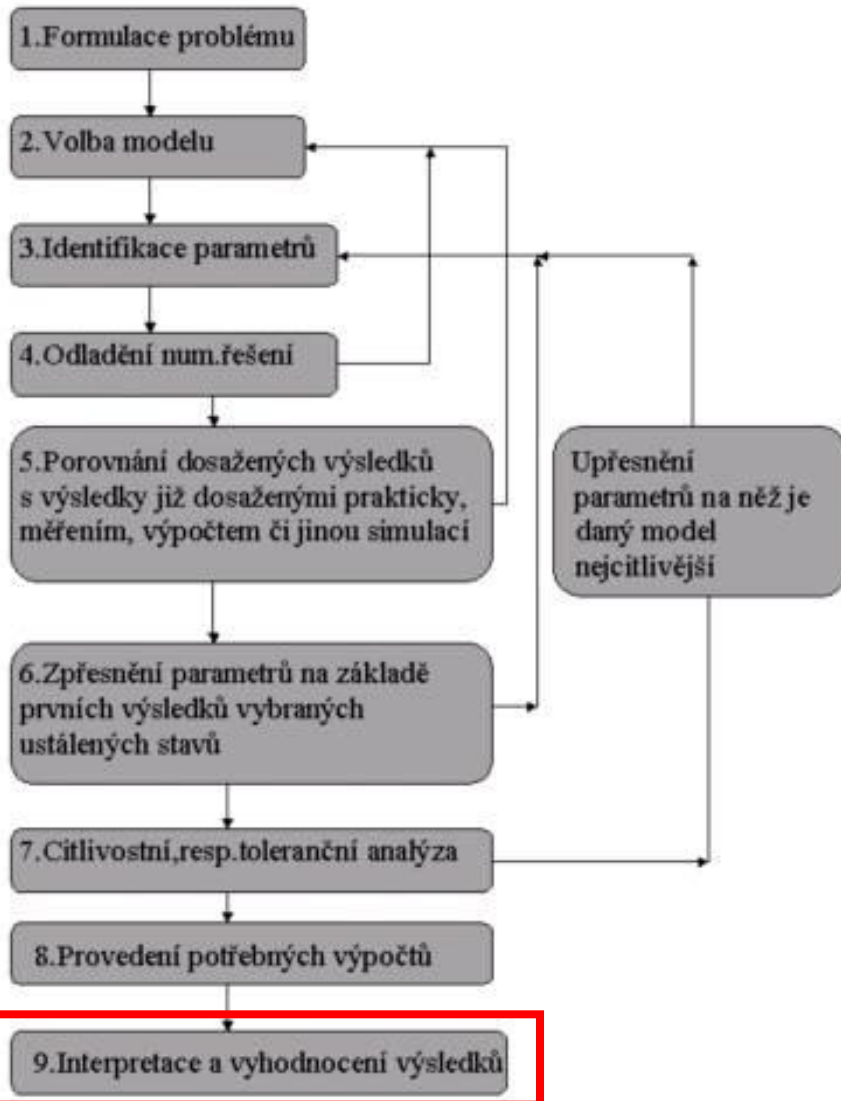
Metodika modelování prvků a částí energetických elektrizačních soustav



Provedení potřebných výpočtů

- Provedení dodatečných analýz (frekvenční, přenosová)

Metodika modelování prvků a částí energetických elektrizačních soustav



Interpretace a vyhodnocení výsledků

- Konečná kontrola fyzikální správnosti výsledků
- Porovnání s obdobnými alternativními výsledky a případná publikace