



ZÁPADOČESKÁ
UNIVERZITA
V PLZNI



Otevřené aplikace pro řešení chodu ES

doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.

Plzeň 2018

Vývoj otevřených aplikací pro analýzu chodu ES

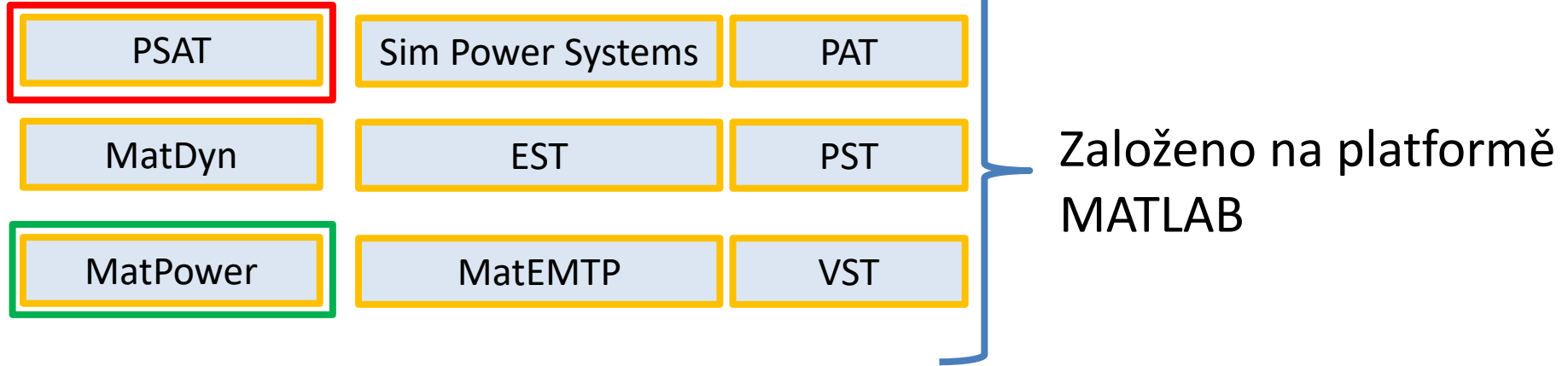
[https://wiki.openelectrical.org/index.php?title=Power Systems Analysis Software](https://wiki.openelectrical.org/index.php?title=Power_Systems_Analysis_Software)

AMES	GridPACK	pandapower	RPowerLABS
DCOPFJ	InterPSS	PowerGAMA	SmartGridToolbox
ATP-EMTP	MatDyn	PowerModels.jl	TEFTS
DiSC	MATPOWER	PSAT	UWPFLOW
Dome	Minpower	PYPOWER	vSPD
Elplek	Mosaik	PYPOWER-Dynamics	
GridCal	NEMO	PyPSA	
GRIDLAB-D	OpenDSS	RAMSES	

Další populární nástroje:

Modelica PowerSystems	OpenETran	Modelica iPSL
THYME	OpenPMU	Modelica OpenIPSL
4DIAC	SPOT	...
MatACDC	ObjectStab	

Vývoj otevřených aplikací pro analýzu chodu ES



- Power System Analysis Toolbox (PSAT)
- SimPowerSystems (SPS) (komerční)
- Power Analysis Toolbox (PAT)
- MatDyn
- Educational Simulation Tool (EST)
- Power System Toolbox (PST)
- MatPower
- MatEMTP
- Voltage Stability Toolbox (VST)

Vývoj otevřených aplikací pro analýzu chodu ES

PSAT

Sim Power Systems

PAT

MatDyn

EST

PST

MatPower

MatEMTP

VST

Založeno na platformě
MATLAB

Package	PF	CPF	OPF	SSSA	TDS	EMT	GUI	CAD
EST	✓			✓	✓			✓
MatEMTP					✓	✓	✓	✓
Matpower	✓		✓					
PAT	✓			✓	✓			✓
PSAT	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
PST	✓	✓		✓	✓			
SPS	✓			✓	✓	✓	✓	✓
VST	✓	✓		✓	✓		✓	

Vývoj otevřených aplikací pro analýzu chodu ES

PSAT

MatDyn

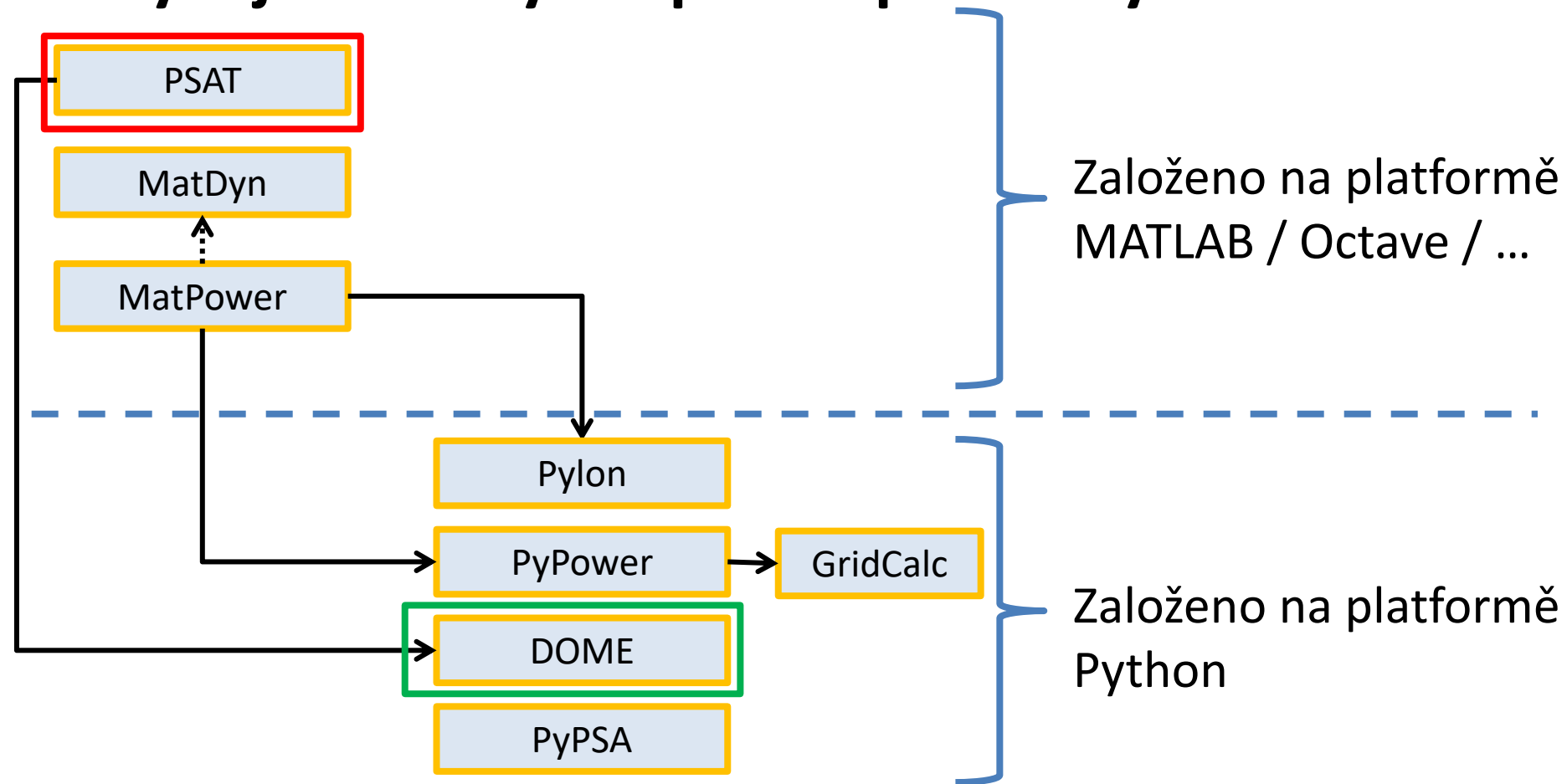
MatPower

Založeno na platformě
MATLAB / Octave / ...

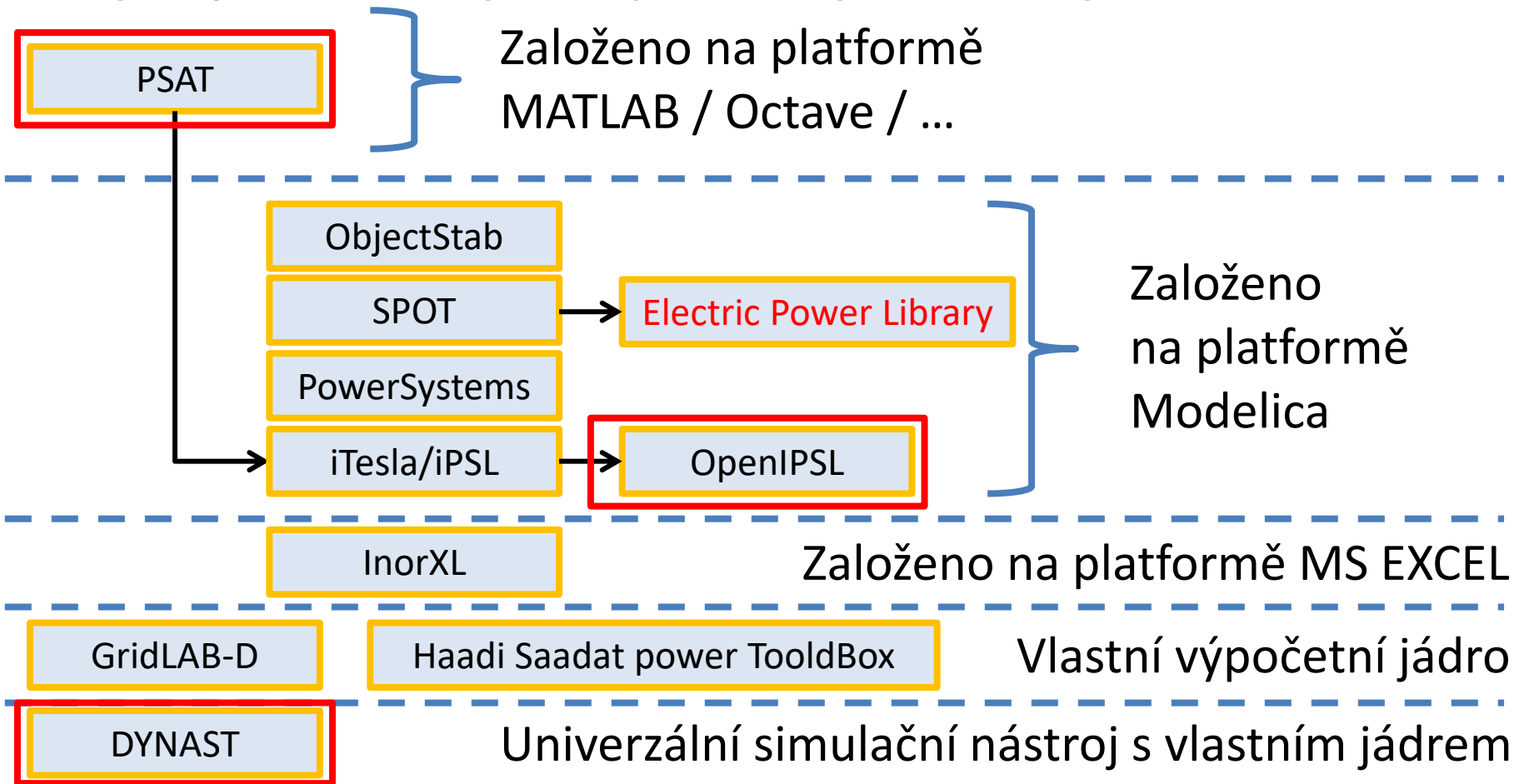
Některé Open-Source aplikace pro MATLAB jsou současně kompatibilní s Open-Source prostředím GNU-Octave:

<https://www.gnu.org/software/octave/>

Vývoj otevřených aplikací pro analýzu chodu ES



Vývoj otevřených aplikací pro analýzu chodu ES



Vývoj otevřených aplikací pro analýzu chodu ES

Schopnosti
vybraných
nástrojů
pro analýzu
chodu ES:

Package	Language	PF	CPF	OPF	EA	TDS	EMT	GUI	CAD
AMES	Java	✓		✓					
EST	Matlab	✓			✓	✓			✓
InterPSS	Java	✓				✓		✓	✓
MatDyn	Matlab	✓				✓			
MatEMTP	Matlab					✓	✓	✓	✓
Matpower	Matlab	✓		✓					
ObjectStab	Modelica	✓			✓	✓		✓	✓
OpenDSS	Delphi	✓				✓		✓	✓
PAT	Matlab	✓			✓	✓			✓
PSAT	Matlab, Octave	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
PST	Matlab	✓	✓		✓	✓			
Pylon	Python	✓		✓				✓	✓
UWPFLOW	C	✓	✓						
VST	Matlab	✓	✓		✓	✓		✓	

Poznámka: EA = SSSA

Vývoj otevřených aplikací pro analýzu chodu ES

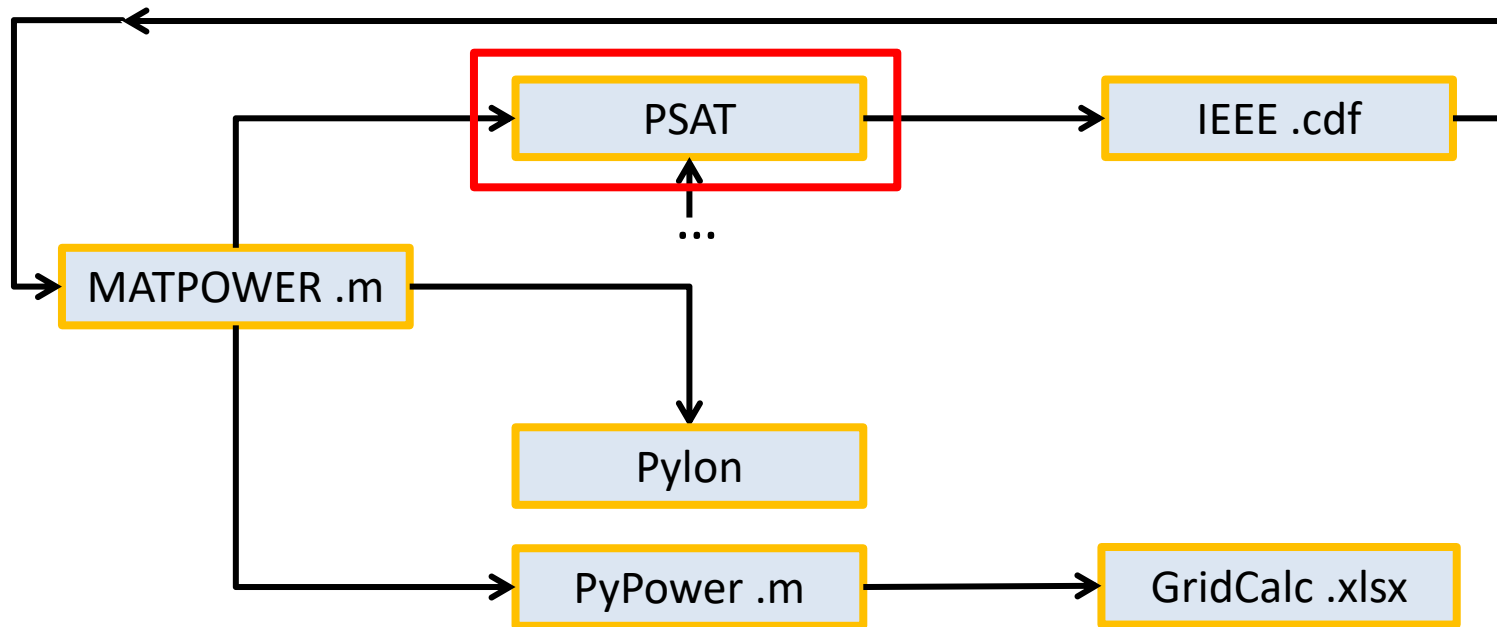
Schopnosti
vybraných
nástrojů
pro analýzu
chodu ES:

Package	Language	PF	CPF	OPF	EA	TDS	EMT	GUI	CAD
AMES	Java	✓		✓					
EST	Matlab	✓			✓	✓			✓
InterPSS	Java	✓				✓		✓	✓
MatDyn	Matlab	✓				✓			
MatEMTP	Matlab					✓	✓	✓	✓
Matpower	Matlab	✓		✓					
ObjectStab	Modelica	✓			✓	✓		✓	✓
OpenDSS	Delphi	✓				✓		✓	✓
PAT	Matlab	✓			✓	✓			✓
PSAT	Matlab, Octave	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
DOME	Python	+	+	+	+	+			
OpenIPSL	Modelica	+			+	+	+	+	+
DYNAST	Fortran, C				+	+	+	+	+

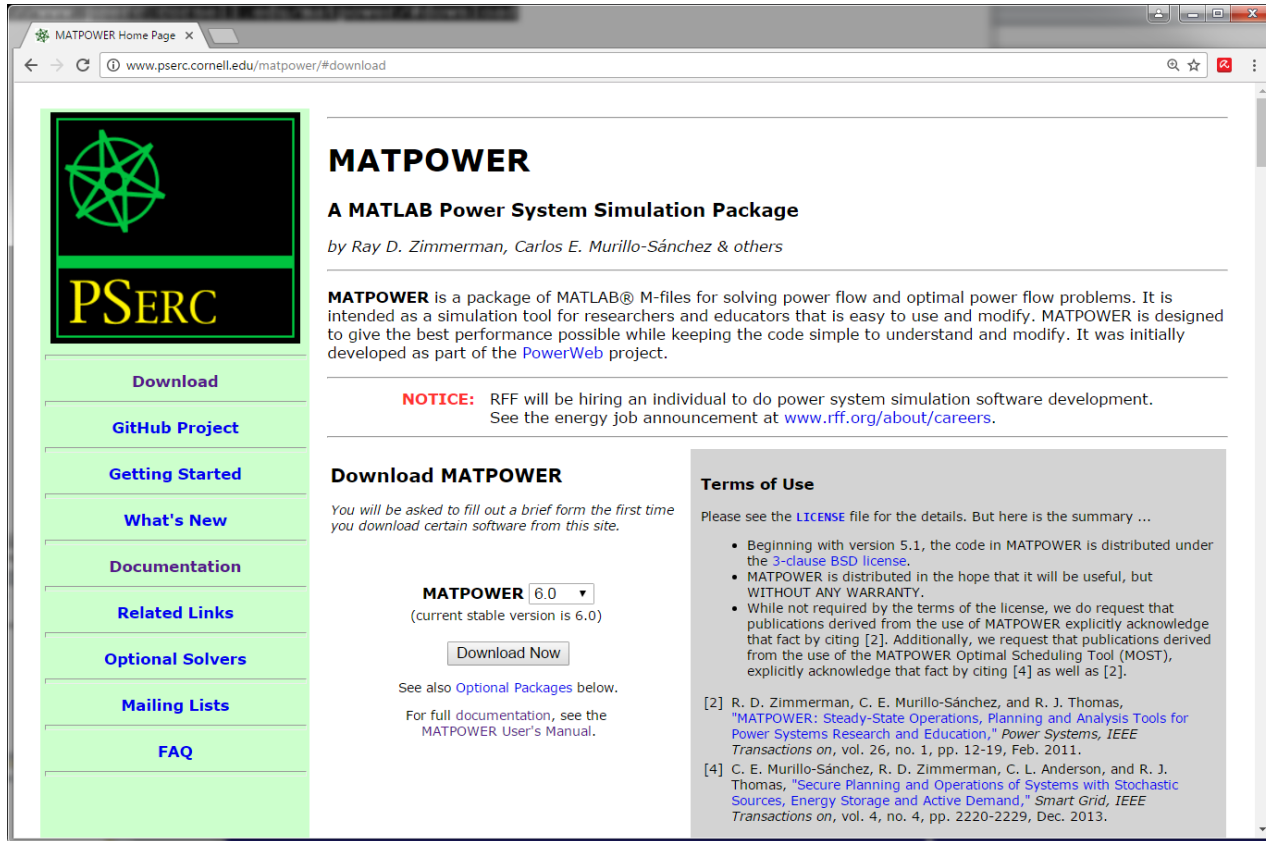
Poznámka: EA = SSSA

Vývoj otevřených aplikací pro analýzu chodu ES

Formáty souborů otevřených aplikací pro analýzu chodu ES:



MatPower



The screenshot shows a web browser window with the URL www.pserc.cornell.edu/matpower/#download. The page features a navigation sidebar on the left with links for Download, GitHub Project, Getting Started, What's New, Documentation, Related Links, Optional Solvers, Mailing Lists, and FAQ. The main content area includes the MatPower logo (a green star on a black background) and the PSERC logo (yellow text on a black background). The title is "MATPOWER" and the subtitle is "A MATLAB Power System Simulation Package" by Ray D. Zimmerman, Carlos E. Murillo-Sánchez & others. A paragraph describes MatPower as a package of MATLAB M-files for solving power flow and optimal power flow problems. A red "NOTICE" section mentions hiring for software development. A "Download MATPOWER" section includes a version selector set to 6.0 and a "Download Now" button. A "Terms of Use" section provides a summary and a list of references.

MATPOWER
A MATLAB Power System Simulation Package
by Ray D. Zimmerman, Carlos E. Murillo-Sánchez & others

MATPOWER is a package of MATLAB® M-files for solving power flow and optimal power flow problems. It is intended as a simulation tool for researchers and educators that is easy to use and modify. MATPOWER is designed to give the best performance possible while keeping the code simple to understand and modify. It was initially developed as part of the [PowerWeb](#) project.

NOTICE: RFF will be hiring an individual to do power system simulation software development. See the energy job announcement at www.rff.org/about/careers.

Download MATPOWER
You will be asked to fill out a brief form the first time you download certain software from this site.

MATPOWER 6.0
(current stable version is 6.0)

[Download Now](#)

See also [Optional Packages](#) below.
For full documentation, see the [MATPOWER User's Manual](#).

Terms of Use
Please see the [LICENSE](#) file for the details. But here is the summary ...

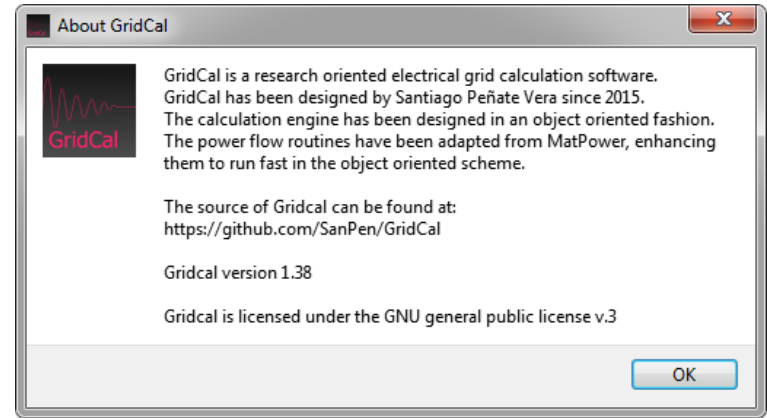
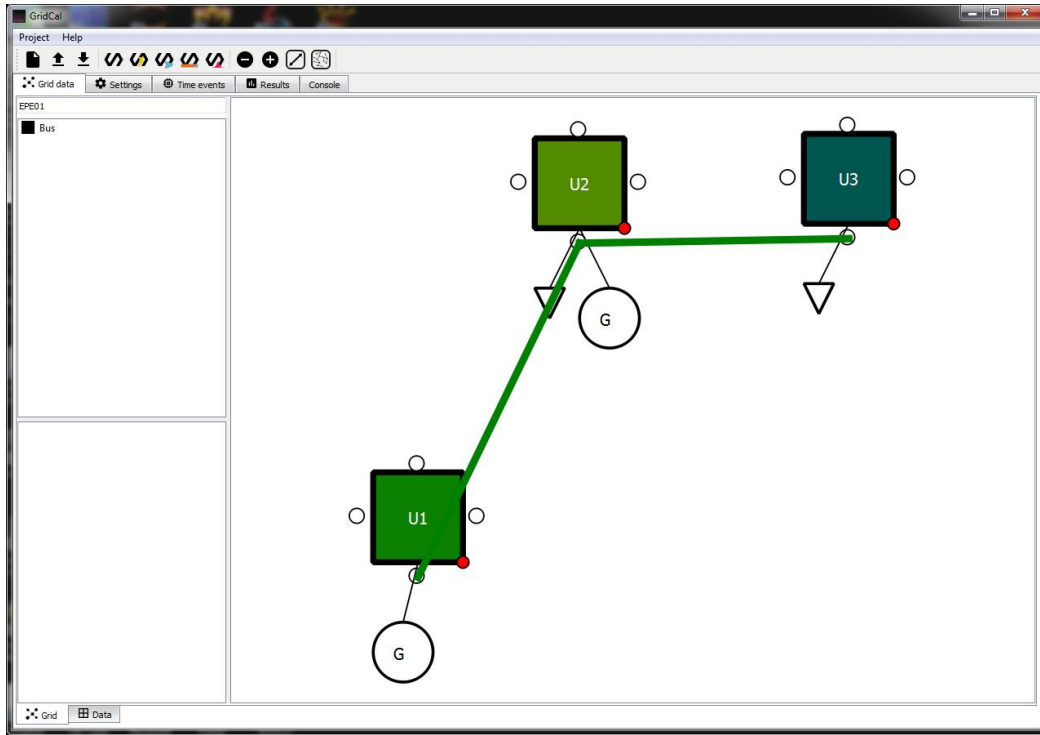
- Beginning with version 5.1, the code in MATPOWER is distributed under the [3-clause BSD license](#).
- MATPOWER is distributed in the hope that it will be useful, but WITHOUT ANY WARRANTY.
- While not required by the terms of the license, we do request that publications derived from the use of MATPOWER explicitly acknowledge that fact by citing [2]. Additionally, we request that publications derived from the use of the MATPOWER Optimal Scheduling Tool (MOST), explicitly acknowledge that fact by citing [4] as well as [2].

[2] R. D. Zimmerman, C. E. Murillo-Sánchez, and R. J. Thomas, "MATPOWER: Steady-State Operations, Planning and Analysis Tools for Power Systems Research and Education," *Power Systems, IEEE Transactions on*, vol. 26, no. 1, pp. 12-19, Feb. 2011.

[4] C. E. Murillo-Sánchez, R. D. Zimmerman, C. L. Anderson, and R. J. Thomas, "Secure Planning and Operations of Systems with Stochastic Sources, Energy Storage and Active Demand," *Smart Grid, IEEE Transactions on*, vol. 4, no. 4, pp. 2220-2229, Dec. 2013.

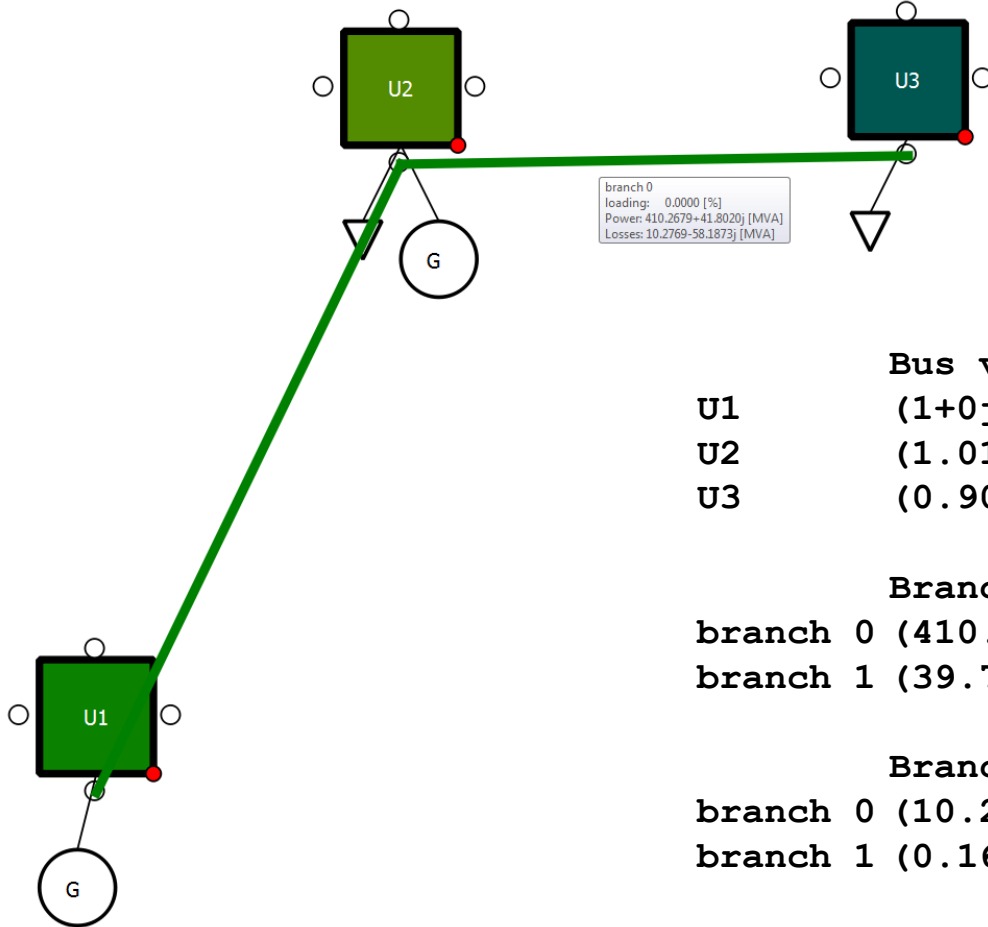
<http://www.pserc.cornell.edu/matpower>

GridCal



<https://github.com/SanPen/GridCal>
<https://pypi.python.org/pypi/GridCal>

GridCal



Bus voltage

U1 (1+0j)
U2 (1.01249663514+0.00261033065899j)
U3 (0.901083399485-0.255939068324j)

Branch power

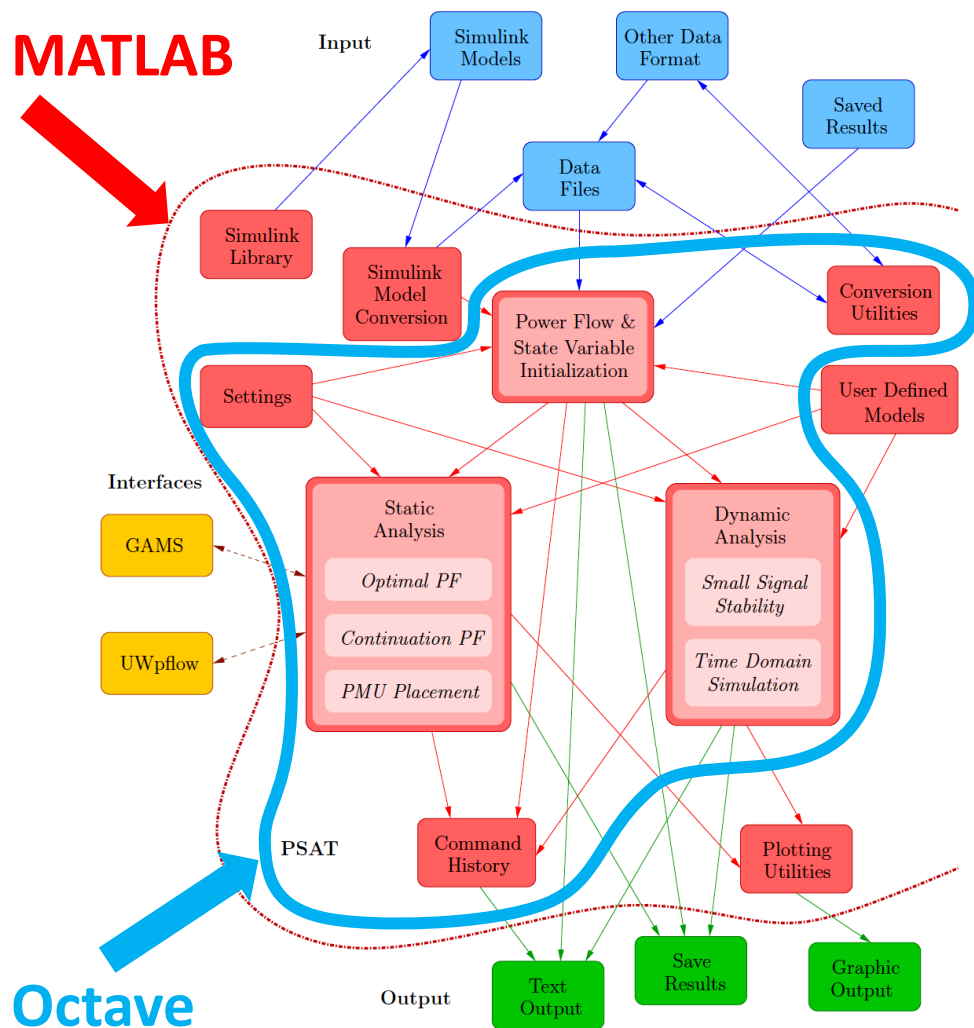
branch 0 (410.267890265+41.8020313205j)
branch 1 (39.7241365202+113.312804972j)

Branch losses

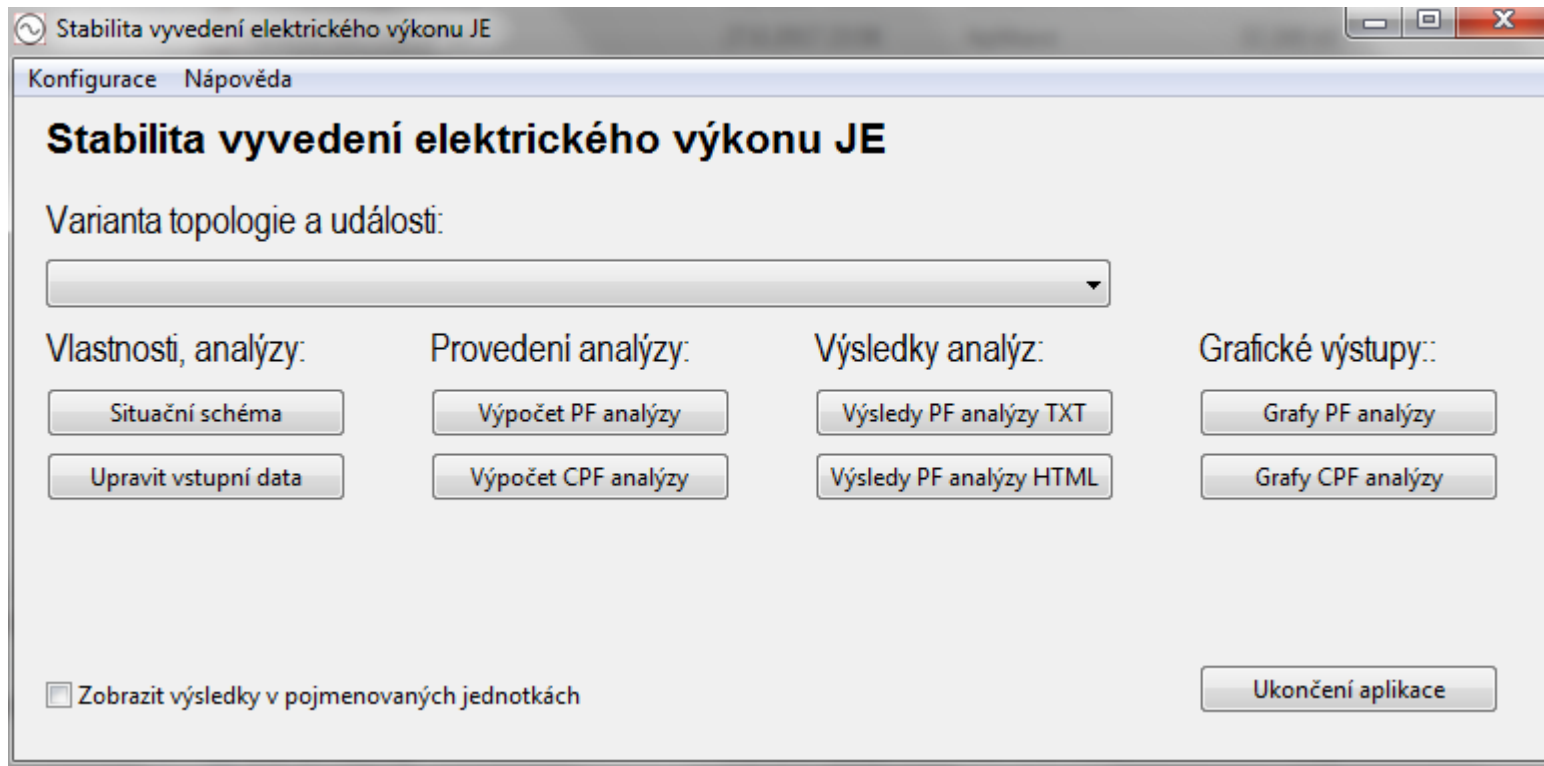
branch 0 (10.2769079851-58.1872861404j)
branch 1 (0.164437384923-27.4795175534j)

Výpočetní engine prostředí PSAT - Power System Analysis Toolbox

Pouze některé, ale klíčové
schopnosti jsou využitelné na
platformě GNU Octave:



Stabilita vyvedení elektrického výkonu JE



Stabilita vyvedení elektrického výkonu JE

Aplikace vytvořena s následujícími cíly:

- Analýza stability ES v okolí velkých jaderných elektráren s ohledem na stabilitu napájení vlastní spotřeby a možností přenosu výkonů.
- Uživatelská aplikace s co nejjednodušší obsluhou.
- Výsledný produkt založený na volně šiřitelných a otevřených (Open Source) nástrojích pro bezproblémové uplatnění a další rozšiřitelnost.

Stabilita vyvedení elektrického výkonu JE

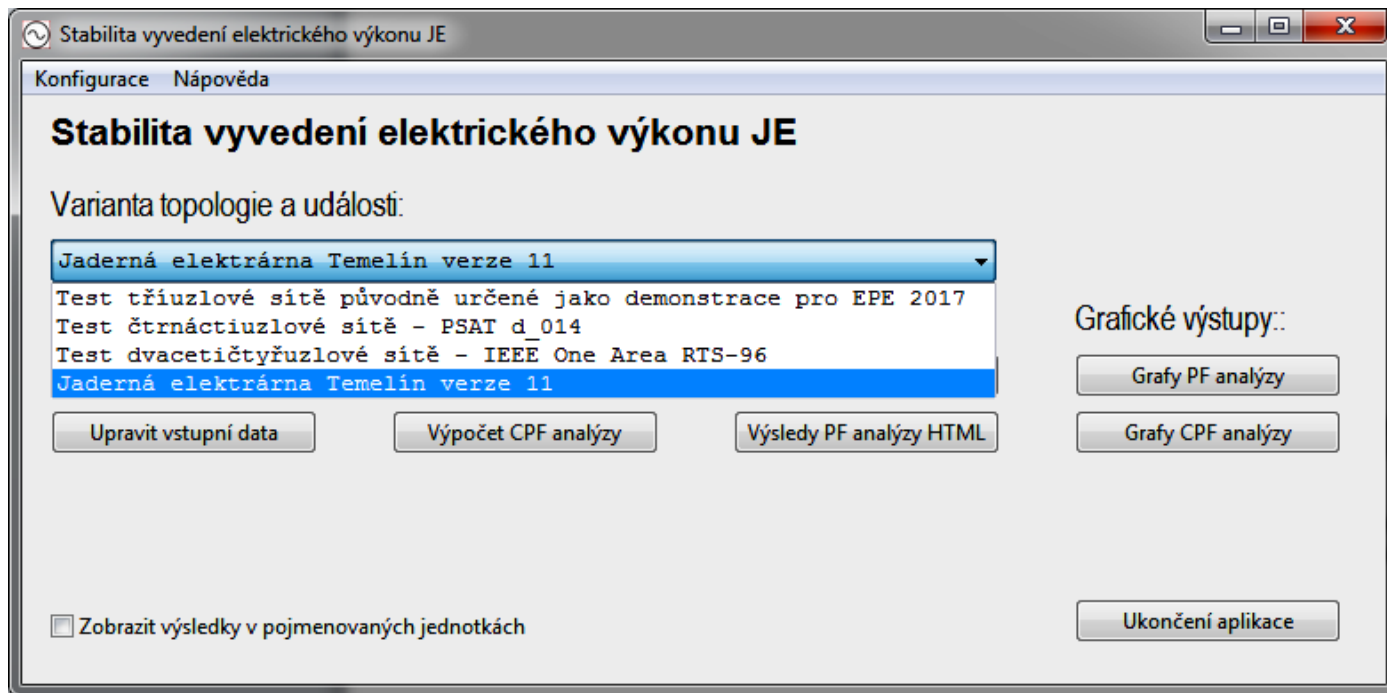
Co je „Stabilita vyvedení elektrického výkonu JE“:

- Uživatelská aplikace s jednoduchou obsluhou pro analýzu napěťového stavu elektrické sítě s ohledem na napěťovou stabilitu a limity přenosu výkonů v okolí významných elektrárenských bloků.
- Vychází z výpočtu a rozboru:
 - Ustáleného chodu (**PF** Power Flow)
 - Postupného dalšího rovnoměrného přetěžování (**CPF** Continuation Power Flow)
 - Elektromechanických přechodných dějů (**TDS** Time Domain Simulation)

Stabilita vyvedení elektrického výkonu JE

Co je „Stabilita vyvedení elektrického výkonu JE“:

- Obsahuje skupinu předpřipravených případových studií s možností modifikace jednotlivých úloh:

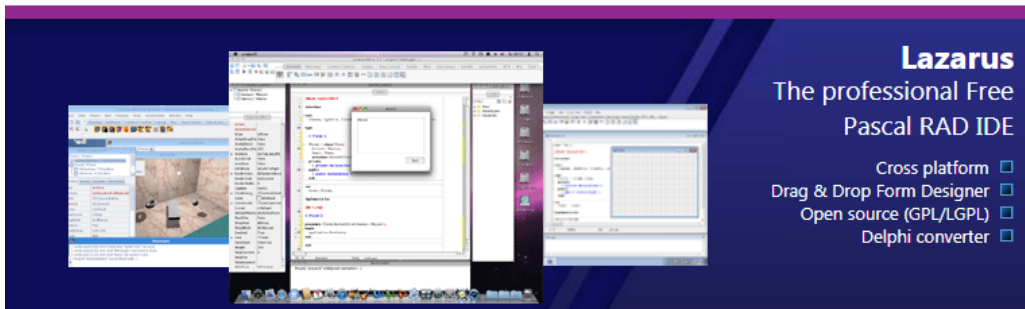


Stabilita vyvedení elektrického výkonu JE

Co je „Stabilita vyvedení elektrického výkonu JE“:

- Vlastní aplikace byla vytvořena ve vývojovém prostředí Lazarus (Delphi compatible cross-platform IDE):

<https://www.lazarus-ide.org/>



(vnitřní engine IDE je založený na Free Pascalu, který je po GCC nejpřenositelnějším kompilátorem mezi platformami)

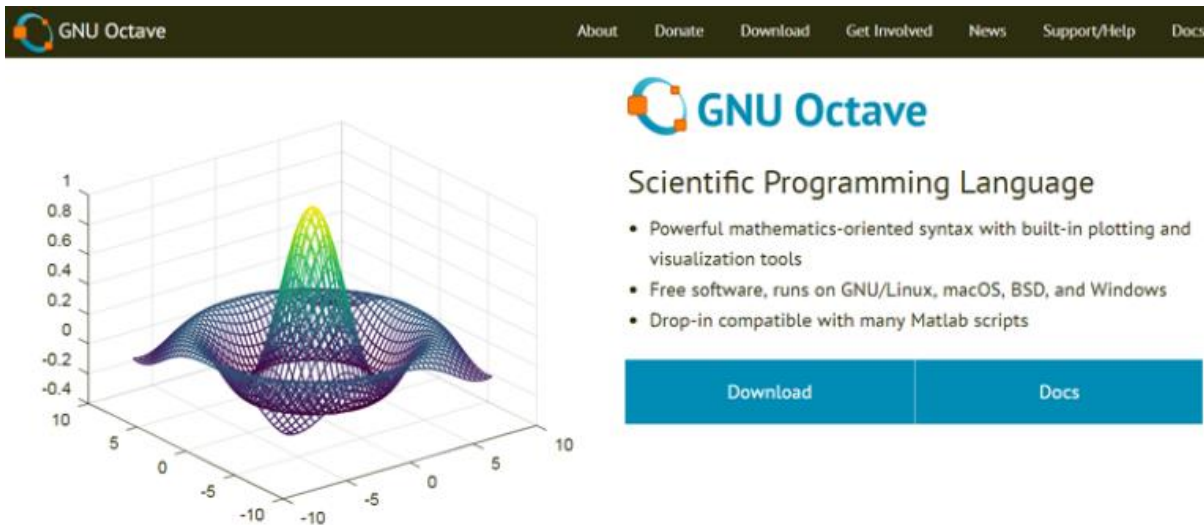
Stabilita vyvedení elektrického výkonu JE

Co je „Stabilita vyvedení elektrického výkonu JE“:

- Numerické výpočty PSAT jsou prováděny v prostředí pro vědeckotechnické analýzy GNU Octave:

<https://www.gnu.org/software/octave/>

https://wiki.octave.org/GNU_Octave_Wiki



The image shows a screenshot of the GNU Octave website. At the top, there is a dark navigation bar with the GNU Octave logo and links for "About", "Donate", "Download", "Get Involved", "News", "Support/Help", and "Docs". Below the navigation bar, on the left, is a 3D surface plot of a function. The plot shows a central peak with a color gradient from purple at the base to yellow at the top, surrounded by a valley. The axes are labeled with values from -10 to 10. On the right side of the page, the GNU Octave logo is displayed above the text "Scientific Programming Language". Below this, there is a list of features: "Powerful mathematics-oriented syntax with built-in plotting and visualization tools", "Free software, runs on GNU/Linux, macOS, BSD, and Windows", and "Drop-in compatible with many Matlab scripts". At the bottom right, there are two blue buttons labeled "Download" and "Docs".

Stabilita vyvedení elektrického výkonu JE

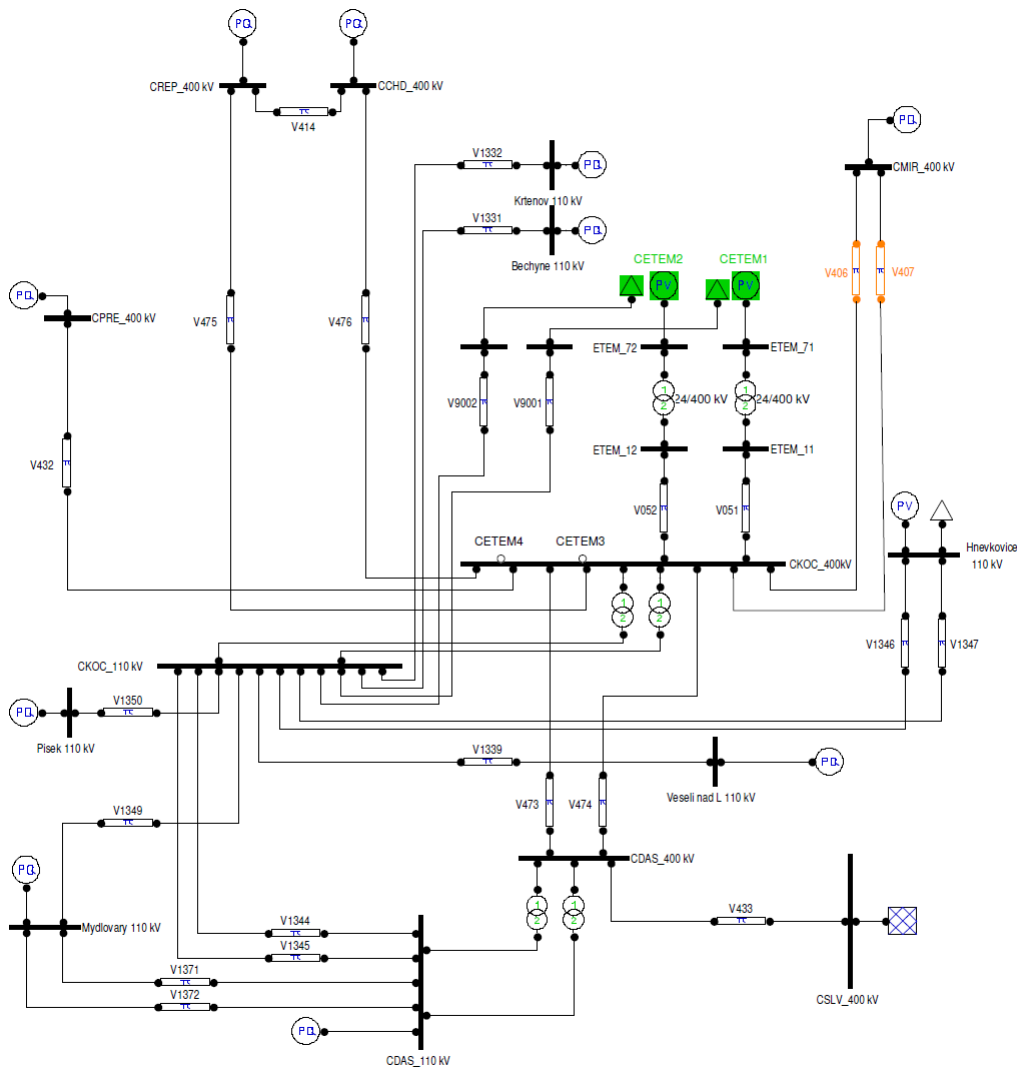
Co je „Stabilita vyvedení elektrického výkonu JE“:

- Díky zvolenému vývojovému prostředí a dalším prostředkům je výsledná aplikace postavena na zcela otevřených základech a provozovatelná na systémech:
 - Microsoft Windows 32bit i 64bit (verse 7 až 10)
 - GNU/Linux (Ubuntu, ...)
 - Apple macOS
 - ...

(bez nutnosti virtualizace)

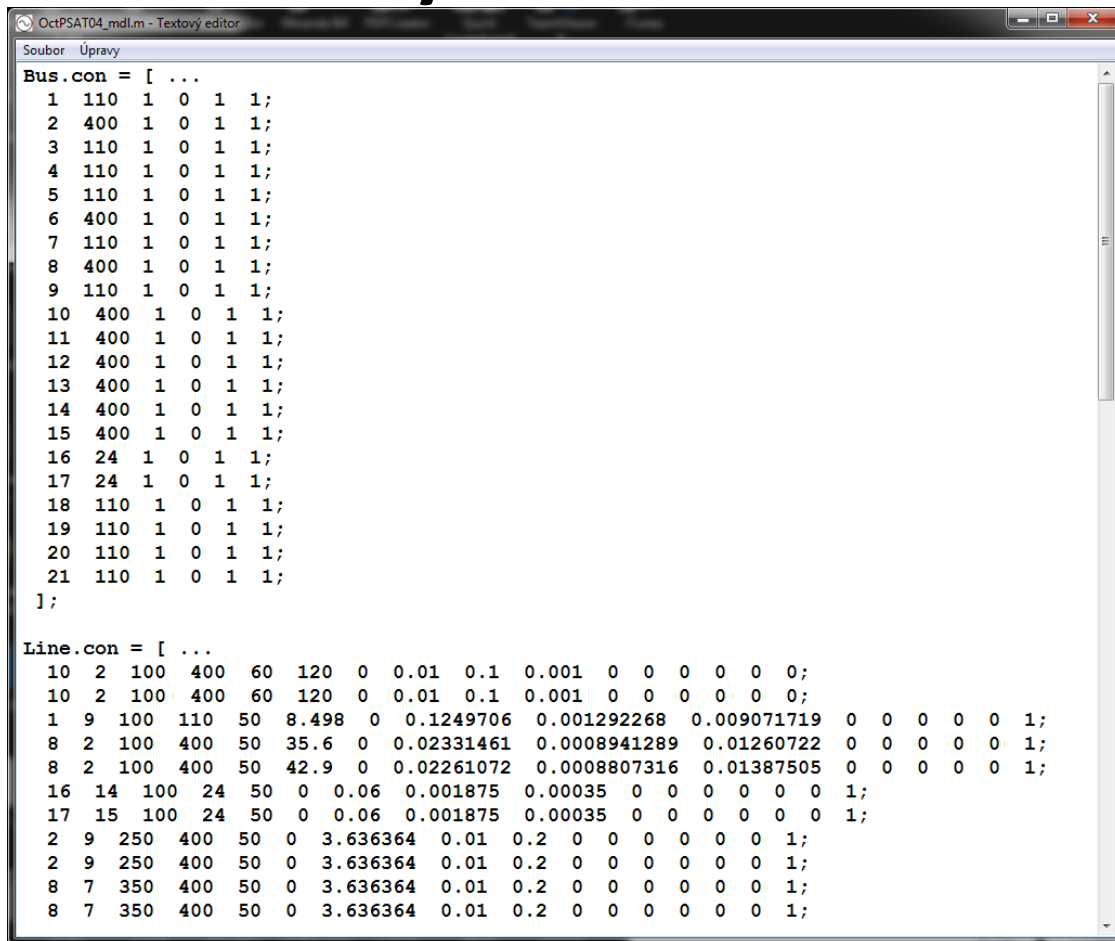
Příklad použití – Poměry v blízkosti JE Temelín

Příklad situačního
schématu:



Příklad použití – Poměry v blízkosti JE Temelín

Kontrola a
případná úprava
vstupních dat:



```
OctPSAT04_mdLm - Textový editor
Soubor Úpravy
Bus.con = [ ...
1 110 1 0 1 1;
2 400 1 0 1 1;
3 110 1 0 1 1;
4 110 1 0 1 1;
5 110 1 0 1 1;
6 400 1 0 1 1;
7 110 1 0 1 1;
8 400 1 0 1 1;
9 110 1 0 1 1;
10 400 1 0 1 1;
11 400 1 0 1 1;
12 400 1 0 1 1;
13 400 1 0 1 1;
14 400 1 0 1 1;
15 400 1 0 1 1;
16 24 1 0 1 1;
17 24 1 0 1 1;
18 110 1 0 1 1;
19 110 1 0 1 1;
20 110 1 0 1 1;
21 110 1 0 1 1;
];

Line.con = [ ...
10 2 100 400 60 120 0 0.01 0.1 0.001 0 0 0 0 0 0;
10 2 100 400 60 120 0 0.01 0.1 0.001 0 0 0 0 0 0;
1 9 100 110 50 8.498 0 0.1249706 0.001292268 0.009071719 0 0 0 0 0 1;
8 2 100 400 50 35.6 0 0.02331461 0.0008941289 0.01260722 0 0 0 0 0 1;
8 2 100 400 50 42.9 0 0.02261072 0.0008807316 0.01387505 0 0 0 0 0 1;
16 14 100 24 50 0 0.06 0.001875 0.00035 0 0 0 0 0 0 1;
17 15 100 24 50 0 0.06 0.001875 0.00035 0 0 0 0 0 0 1;
2 9 250 400 50 0 3.636364 0.01 0.2 0 0 0 0 0 0 1;
2 9 250 400 50 0 3.636364 0.01 0.2 0 0 0 0 0 0 1;
8 7 350 400 50 0 3.636364 0.01 0.2 0 0 0 0 0 0 1;
8 7 350 400 50 0 3.636364 0.01 0.2 0 0 0 0 0 0 1;
```

Příklad použití – Poměry v blízkosti JE Temelín

Provedení numerického výpočtu:

```
D:\APP\Octave\bin\octave-cli.exe
Host:      Octave 4.2.1
Session:   23-Nov-2017 23:53:57
Usage:     Command Line
Path:      D:\APP\Octave\psat

Load data from file...

Newton-Raphson Method for Power Flow Computation
Data file "D:\Dropbox\WORK\NadstavbaOctavePSAT\OctPSAT04_md1"
Warning: Some line susceptances are too high...
        microFarad are assumed for those susceptance values
Writing file "fm_call" ...
PF solver: Newton-Raphson method
Single slack bus model
* * Bus #10 is islanded.
Iteration = 1   Maximum Convergency Error = 0.54341
Iteration = 2   Maximum Convergency Error = 0.017109
Iteration = 3   Maximum Convergency Error = 0.00093113
Iteration = 4   Maximum Convergency Error = 2.6845e-007
Power Flow completed in 0.062401 s
```

Výkonu elektrického výkonu JE

ostí:

Temelín verze 11

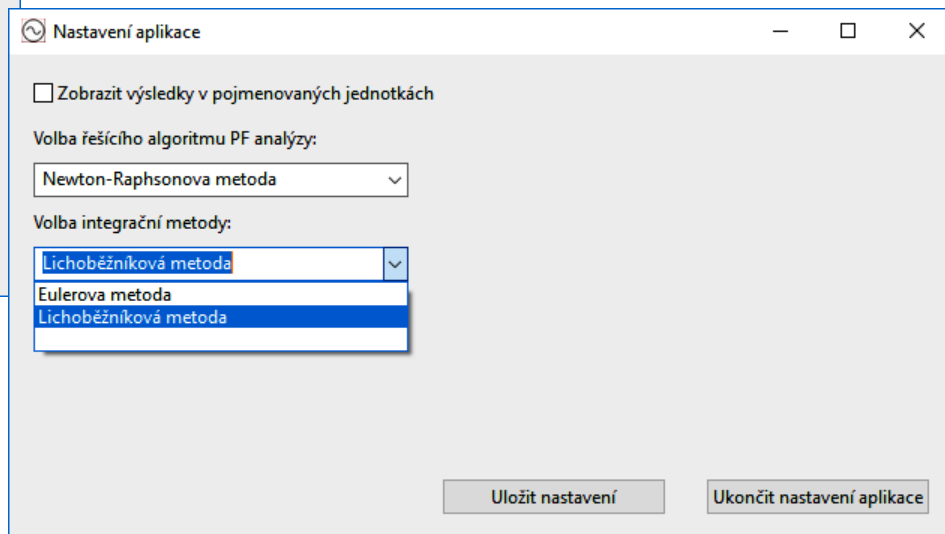
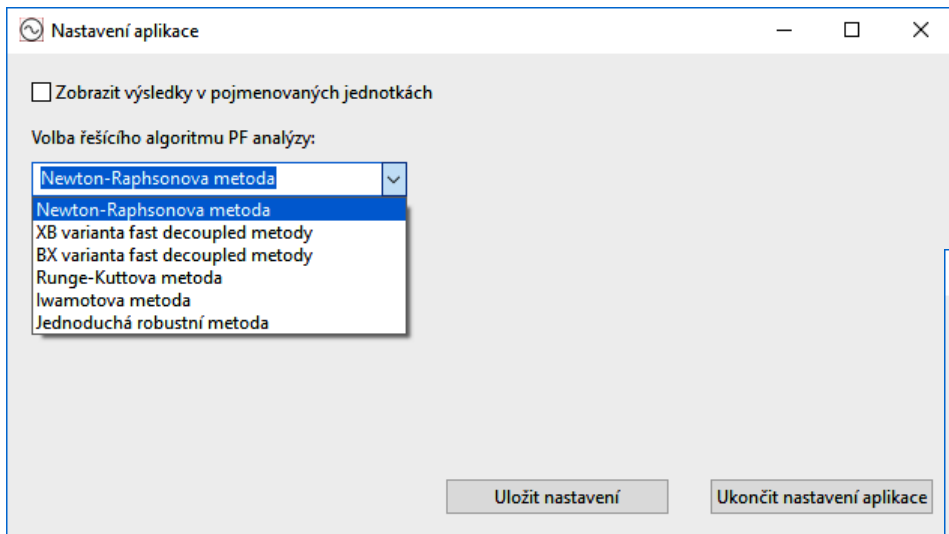
Provedení analýzy:	Výsledky analýzy:	Grafické výstupy:.
<input type="button" value="Výpočet PF analýzy"/>	<input type="button" value="Výsledky PF analýzy TXT"/>	<input type="button" value="Grafy PF analýzy"/>
<input type="button" value="Výpočet CPF analýzy"/>	<input type="button" value="Výsledky PF analýzy HTML"/>	<input type="button" value="Grafy CPF analýzy"/>

Zobrazit výsledky v pojmenovaných jednotkách

Prosím počkejte na skončení výpočtu

Příklad použití – Poměry v blízkosti JE Temelín

Nastavení numerického výpočtu a zobrazení výsledků:



Příklad použití – Poměry v blízkosti JE Temelín

PF
(Power Flow)
analýza

Výstupní
sestava
textová:

```
OctPSAT04_mdl.txt - Textový editor
Soubor Úpravy
Ustálený chod - PF (Power Flow) analýza

Verze P S A T 2.1.10

Statistika sítě:

Uzly (sběrnice):          21
Propojení (vedení):      24
Transformátory:          6
Dodávky:                  4
Odběry:                   13

Statistika řešení:

Počet iterací:            4
Maximální neshoda P [p.u.] 0
Maximální neshoda Q [p.u.] 0
Vztažný výkon [MVA]      100

Výsledky řešení ustáleného chodu:

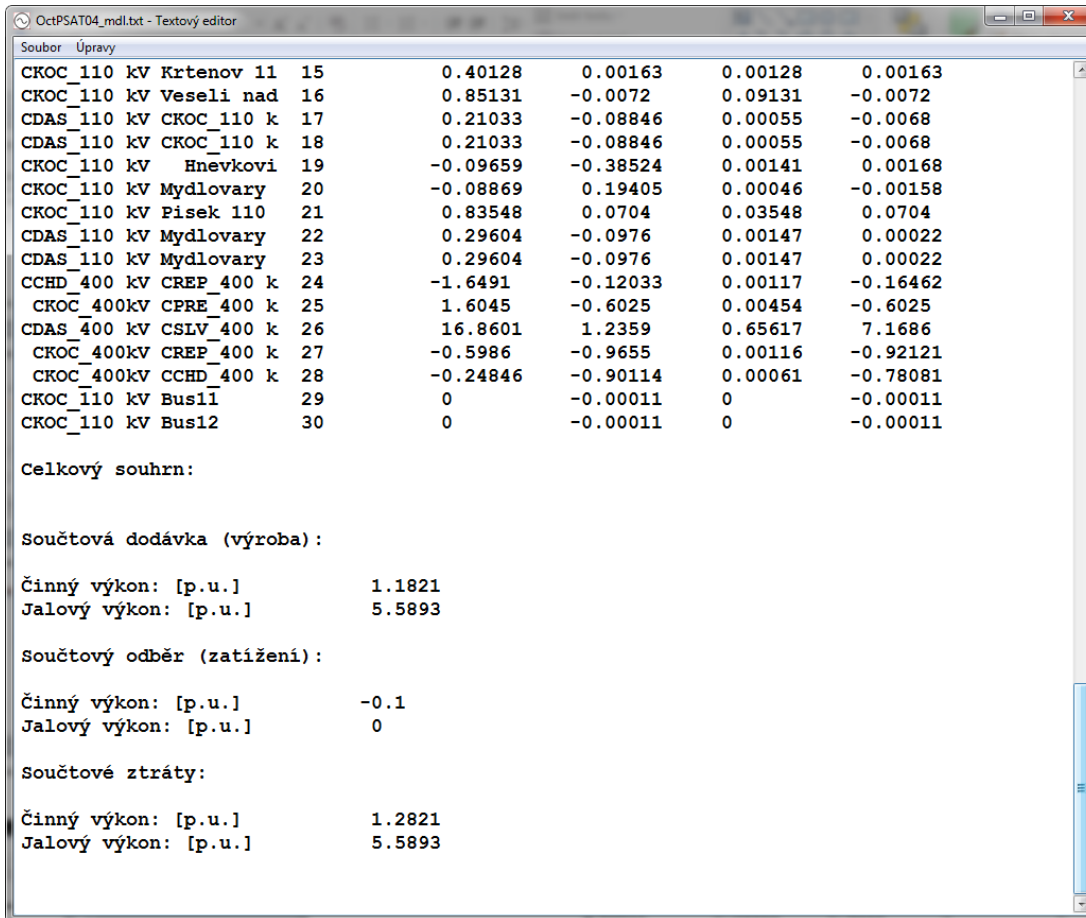
Uzel          U velikost  U fáze      P dodávka  Q dodávka  P odběr     Q odběr
              [p.u.]      [rad]      [p.u.]     [p.u.]     [p.u.]     [p.u.]

  Hnevkovi    1          0.45488    0.096      0.77384    -0.1        0
  CKOC_400k   0.9814     0.53438    0          0          0          0
  Bechyne 11  0.97418    0.4117     -0.5       0          0          0
  Bus11       0.98811    0.4555     0          0          0          0
  Bus12       0.98811    0.4555     0          0          0          0
  CCHD_400 k  0.99366    0.53918    -1.4       0          0          0
  CDAS_110 k  0.98343    0.47362    1          0          0          0
  CDAS_400 k  0.97264    0.47456    0          0          0          0
  CKOC_110 k  0.98807    0.4555     0          0          0          0
  CMIR_400 k  0          0          0          0          0          0
  CPRE_400 k  0.98506    0.49965    -1.6       0          0          0
```

Příklad použití – Poměry v blízkosti JE Temelín

PF
(Power Flow)
analýza

Výstupní
sestava
textová:



```
OctPSAT04_mdl.txt - Textový editor
Soubor Úpravy
CKOC_110 kV Krtenov 11 15      0.40128    0.00163    0.00128    0.00163
CKOC_110 kV Veseli nad 16    0.85131   -0.0072    0.09131   -0.0072
CDAS_110 kV CKOC_110 k 17    0.21033   -0.08846   0.00055   -0.0068
CDAS_110 kV CKOC_110 k 18    0.21033   -0.08846   0.00055   -0.0068
CKOC_110 kV Hnevskovi 19   -0.09659  -0.38524   0.00141    0.00168
CKOC_110 kV Mydlovary 20   -0.08869   0.19405    0.00046   -0.00158
CKOC_110 kV Pisek 110 21    0.83548    0.0704    0.03548    0.0704
CDAS_110 kV Mydlovary 22    0.29604   -0.0976    0.00147    0.00022
CDAS_110 kV Mydlovary 23    0.29604   -0.0976    0.00147    0.00022
CCHD_400 kV CREP_400 k 24   -1.6491   -0.12033   0.00117   -0.16462
  CKOC_400kV CPRE_400 k 25    1.6045   -0.6025    0.00454   -0.6025
CDAS_400 kV CSLV_400 k 26   16.8601   1.2359    0.65617    7.1686
  CKOC_400kV CREP_400 k 27   -0.5986  -0.9655    0.00116   -0.92121
  CKOC_400kV CCHD_400 k 28   -0.24846 -0.90114   0.00061   -0.78081
CKOC_110 kV Bus11 29      0         -0.00011   0         -0.00011
CKOC_110 kV Bus12 30      0         -0.00011   0         -0.00011

Celkový souhrn:

Součtová dodávka (výroba):

Činný výkon: [p.u.]          1.1821
Jalový výkon: [p.u.]        5.5893

Součtový odběr (zatížení):

Činný výkon: [p.u.]          -0.1
Jalový výkon: [p.u.]        0

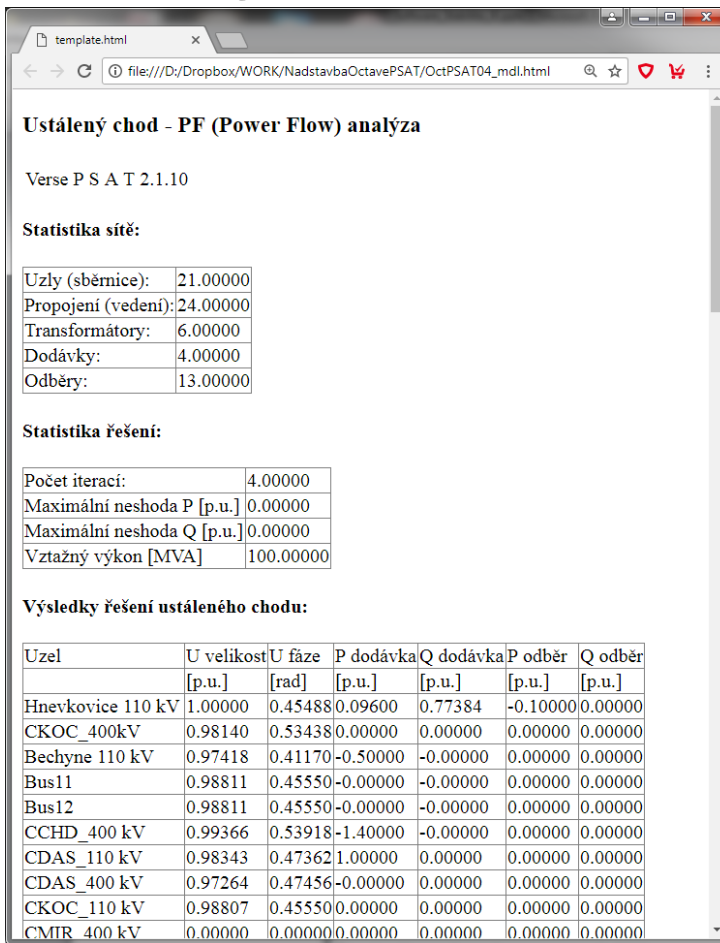
Součtové ztráty:

Činný výkon: [p.u.]          1.2821
Jalový výkon: [p.u.]        5.5893
```

Příklad použití – Poměry v blízkosti JE Temelín

PF
(Power Flow)
analýza

Výstupní
sestava
HTML:



template.html

file:///D:/Dropbox/WORK/NadstavbaOctavePSAT/OctPSAT04_md1.html

Ustálený chod - PF (Power Flow) analýza

Verze P S A T 2.1.10

Statistika sítě:

Uzly (sběrnice):	21.00000
Propojení (vedení):	24.00000
Transformátory:	6.00000
Dodávky:	4.00000
Odběry:	13.00000

Statistika řešení:

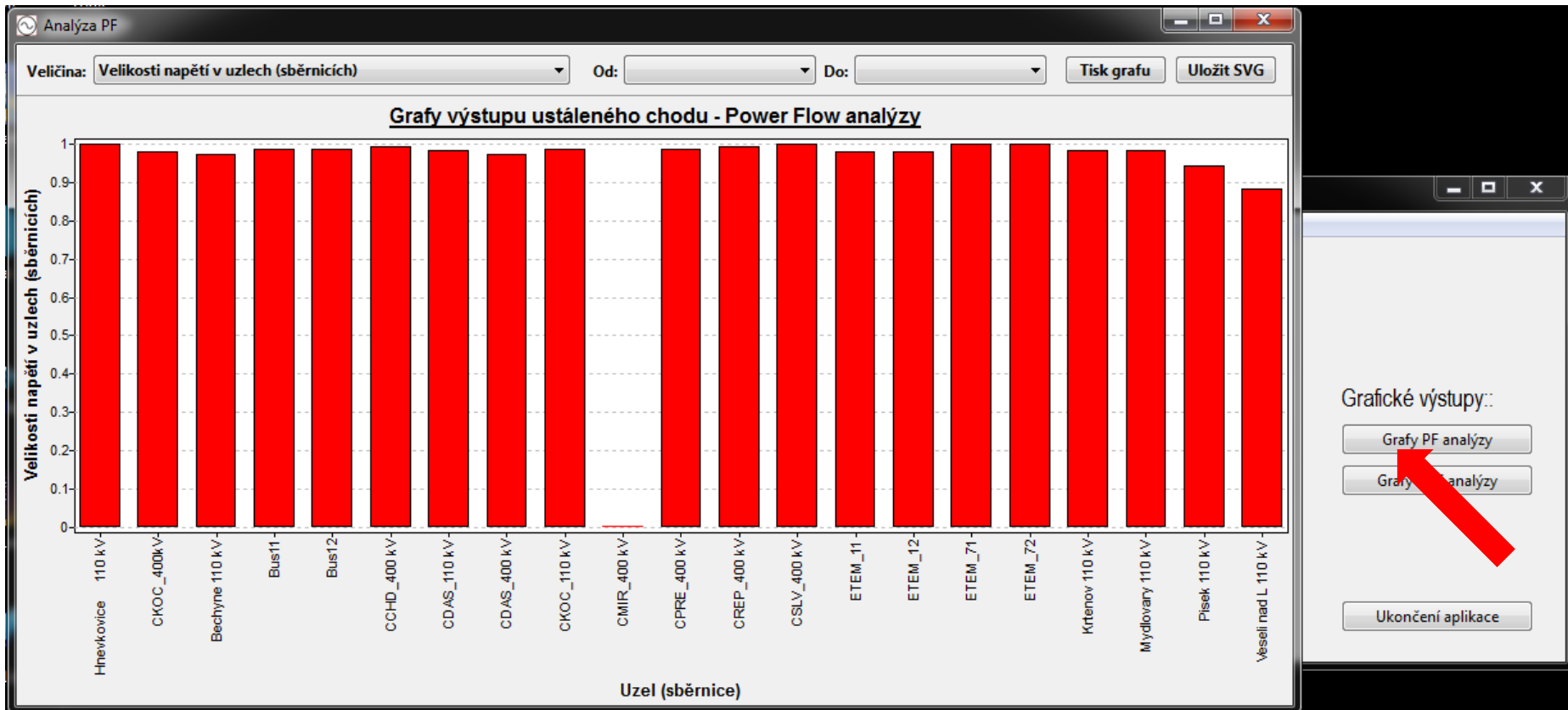
Počet iterací:	4.00000
Maximální neshoda P [p.u.]	0.00000
Maximální neshoda Q [p.u.]	0.00000
Vztažný výkon [MVA]	100.00000

Výsledky řešení ustáleného chodu:

Uzel	U velikost [p.u.]	U fáze [rad]	P dodávka [p.u.]	Q dodávka [p.u.]	P odběr [p.u.]	Q odběr [p.u.]
Hnevkovice 110 kV	1.00000	0.45488	0.09600	0.77384	-0.10000	0.00000
CKOC_400kV	0.98140	0.53438	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Bechyně 110 kV	0.97418	0.41170	-0.50000	-0.00000	0.00000	0.00000
Bus11	0.98811	0.45550	-0.00000	-0.00000	0.00000	0.00000
Bus12	0.98811	0.45550	-0.00000	-0.00000	0.00000	0.00000
CCHD_400 kV	0.99366	0.53918	-1.40000	-0.00000	0.00000	0.00000
CDAS_110 kV	0.98343	0.47362	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000
CDAS_400 kV	0.97264	0.47456	-0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
CKOC_110 kV	0.98807	0.45550	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
CMTR_400 kV	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

Příklad použití – Poměry v blízkosti JE Temelín

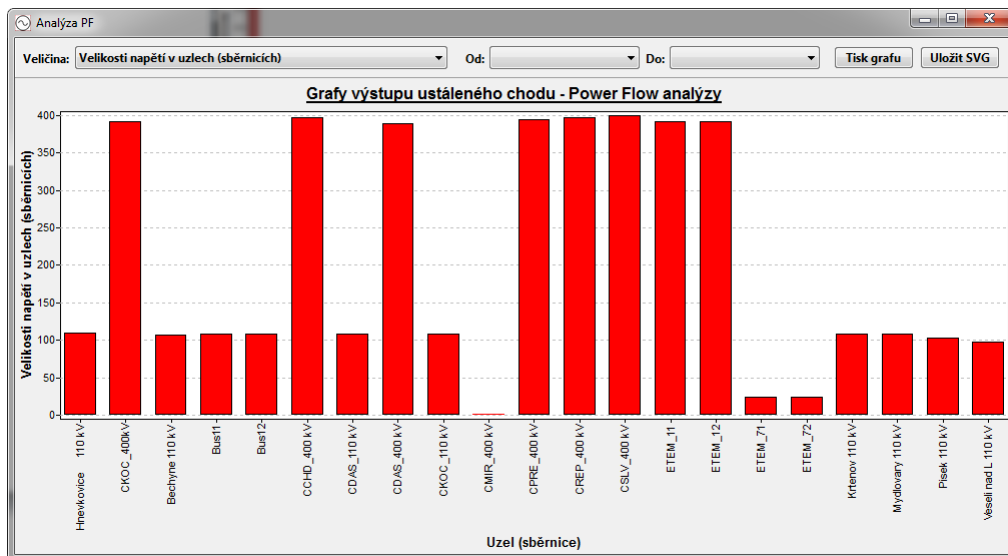
Interaktivní grafické výstupy:



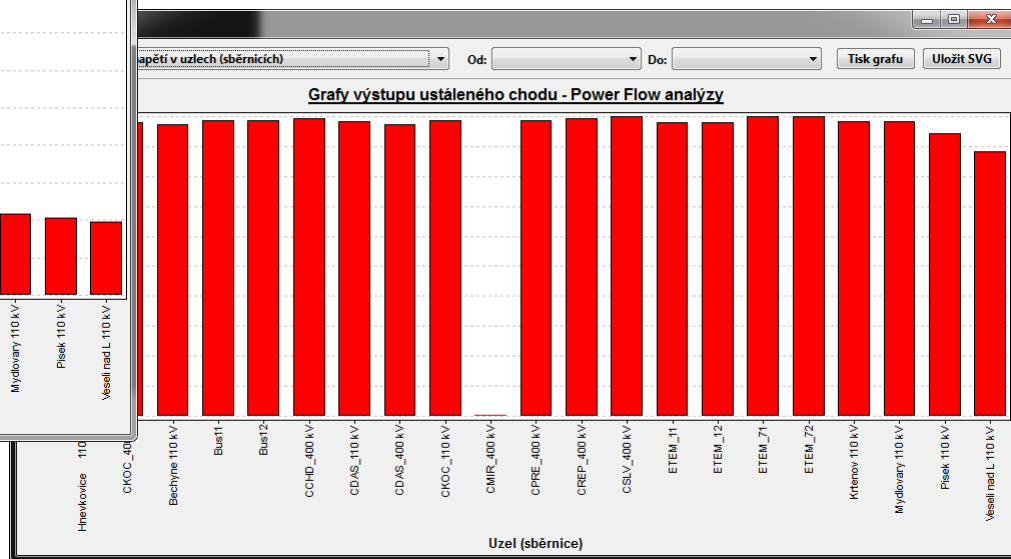
Příklad použití – Poměry v blízkosti JE Temelín

Interaktivní grafické výstupy:

Pojmenované jednotky:



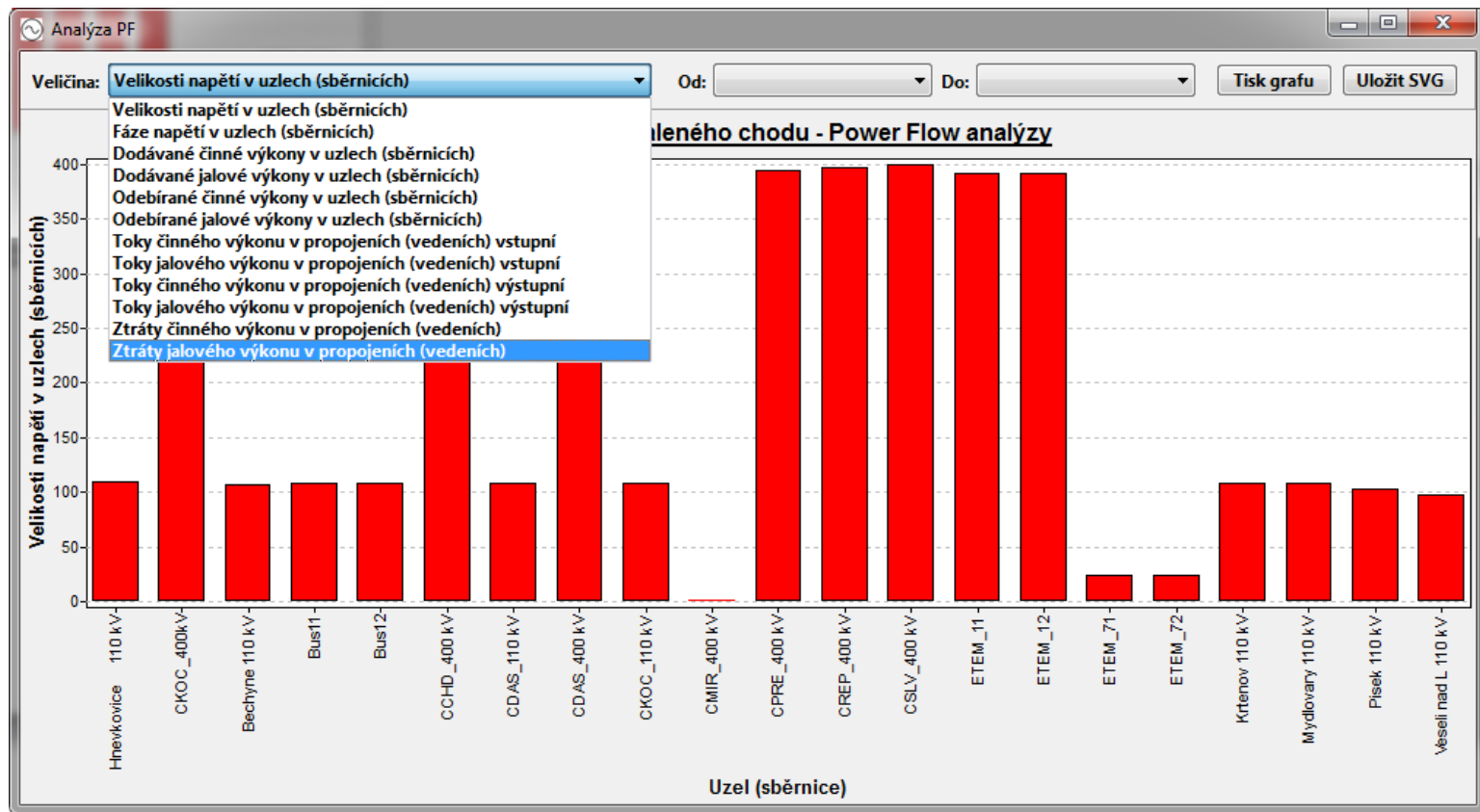
Poměrné jednotky:



Příklad použití – Poměry v blízkosti JE Temelín

Interaktivní grafické výstupy:

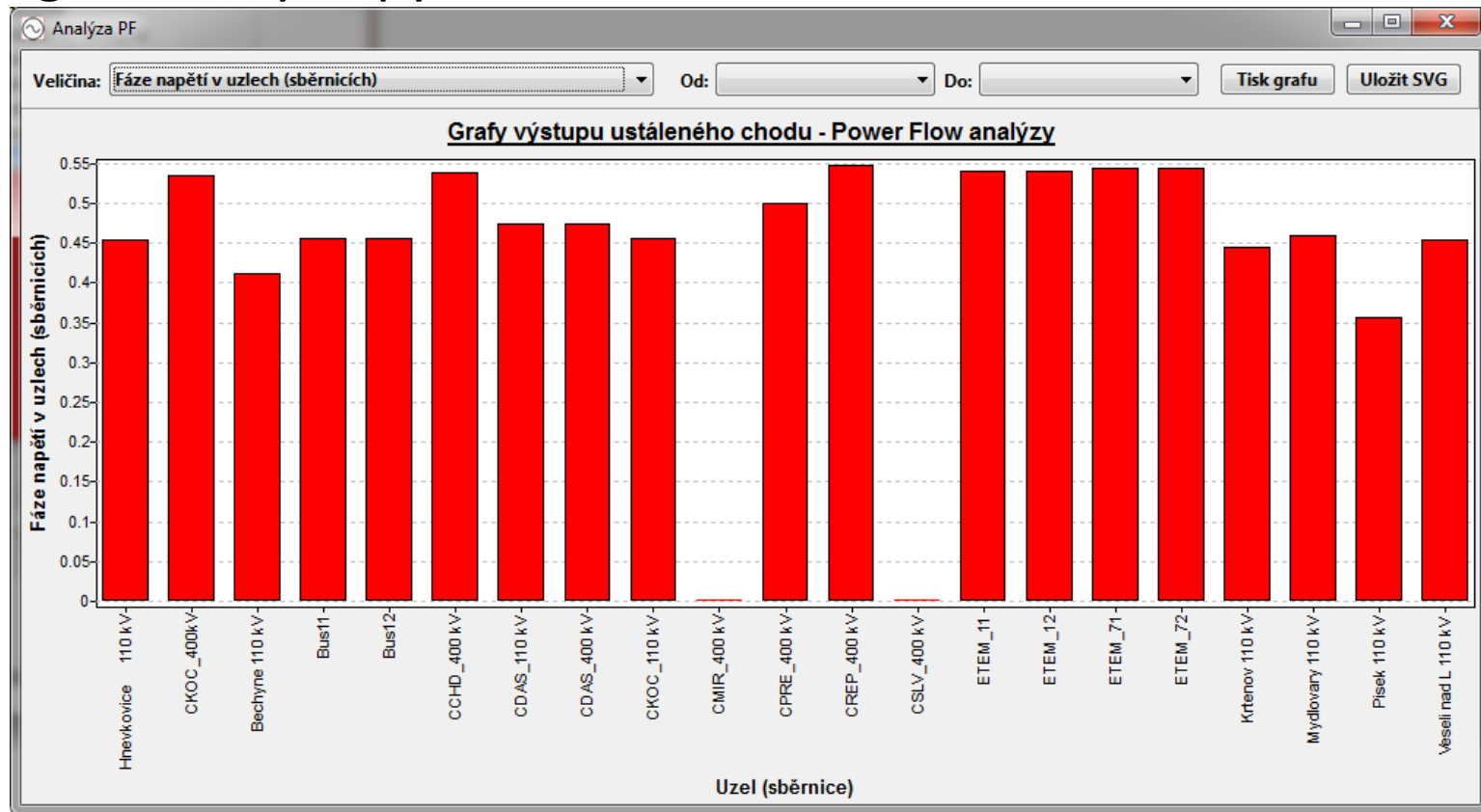
Volba
výstupních
veličin:



Příklad použití – Poměry v blízkosti JE Temelín

Interaktivní grafické výstupy:

PF
analýza
Fáze
napětí
v uzlech:

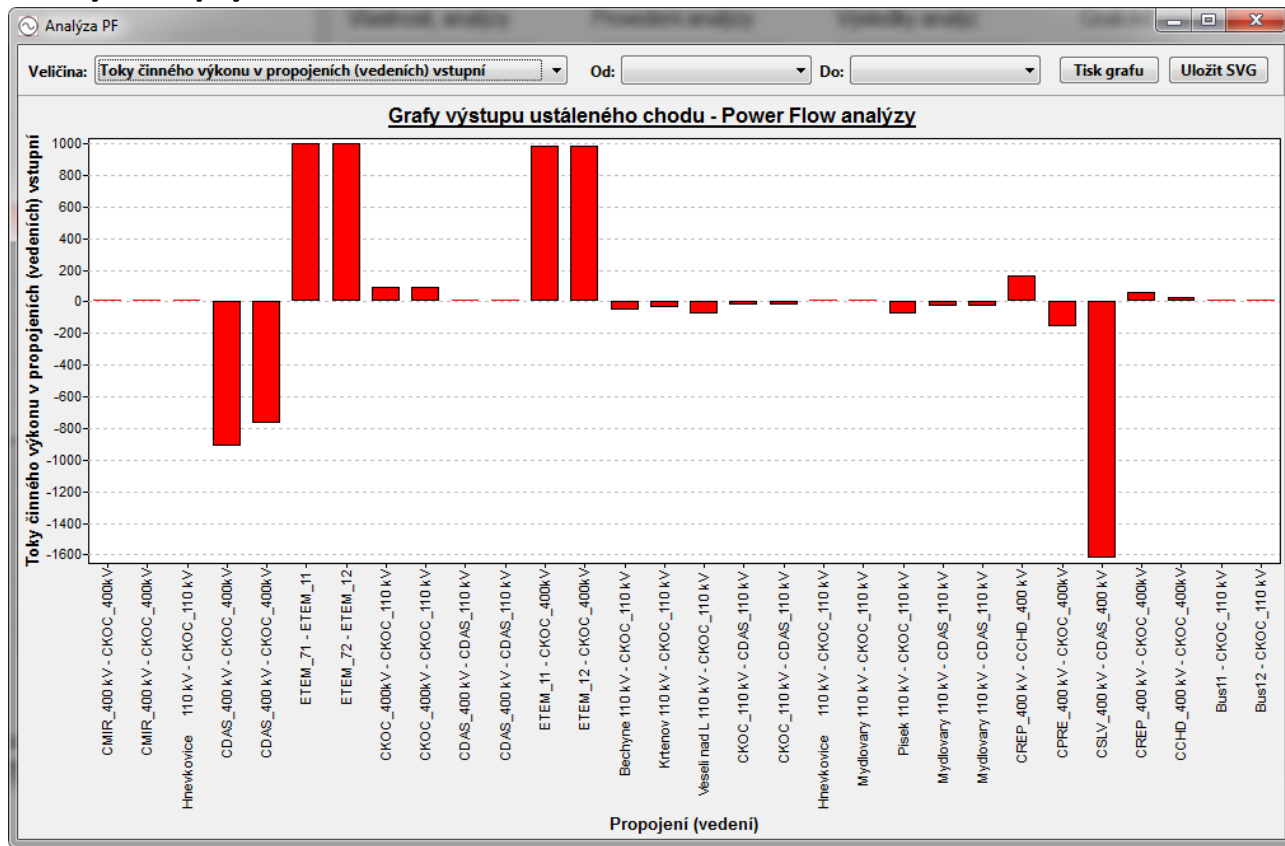


Příklad použití – Poměry v blízkosti JE Temelín

Interaktivní grafické výstupy:

PF
analýza

Toky činného výkonu
přes transformátory
a vedení:

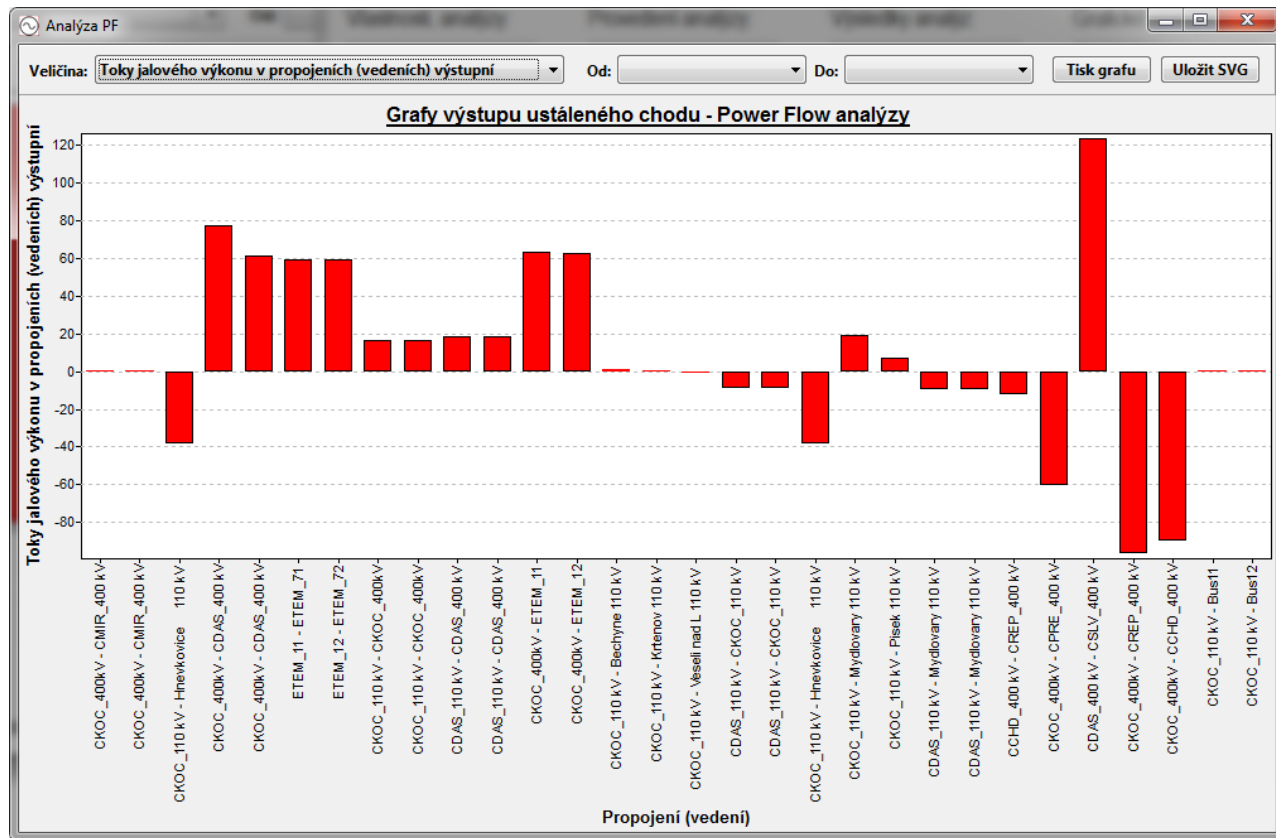


Příklad použití – Poměry v blízkosti JE Temelín

Interaktivní grafické výstupy:

PF
analýza

Toky jalového výkonu
přes transformátory
a vedení:

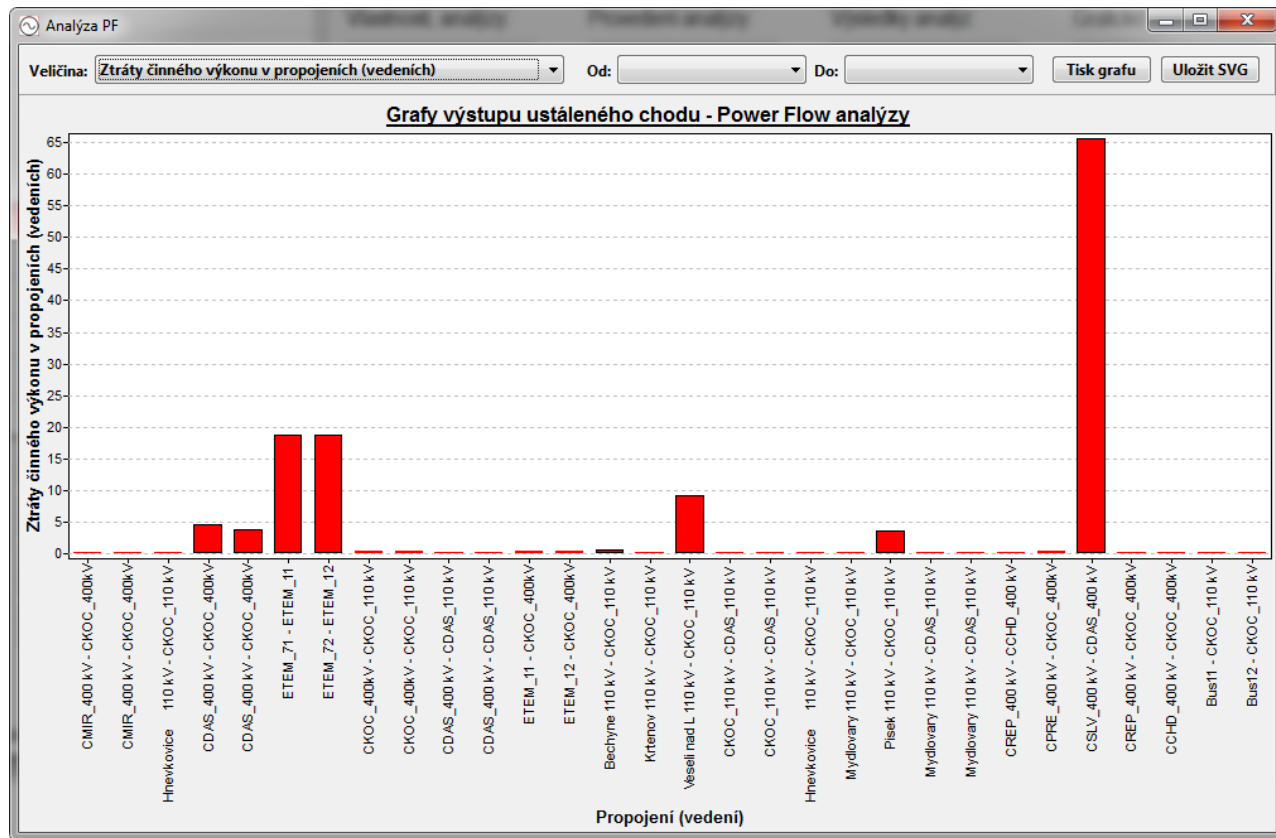


Příklad použití – Poměry v blízkosti JE Temelín

Interaktivní grafické výstupy:

PF
analýza

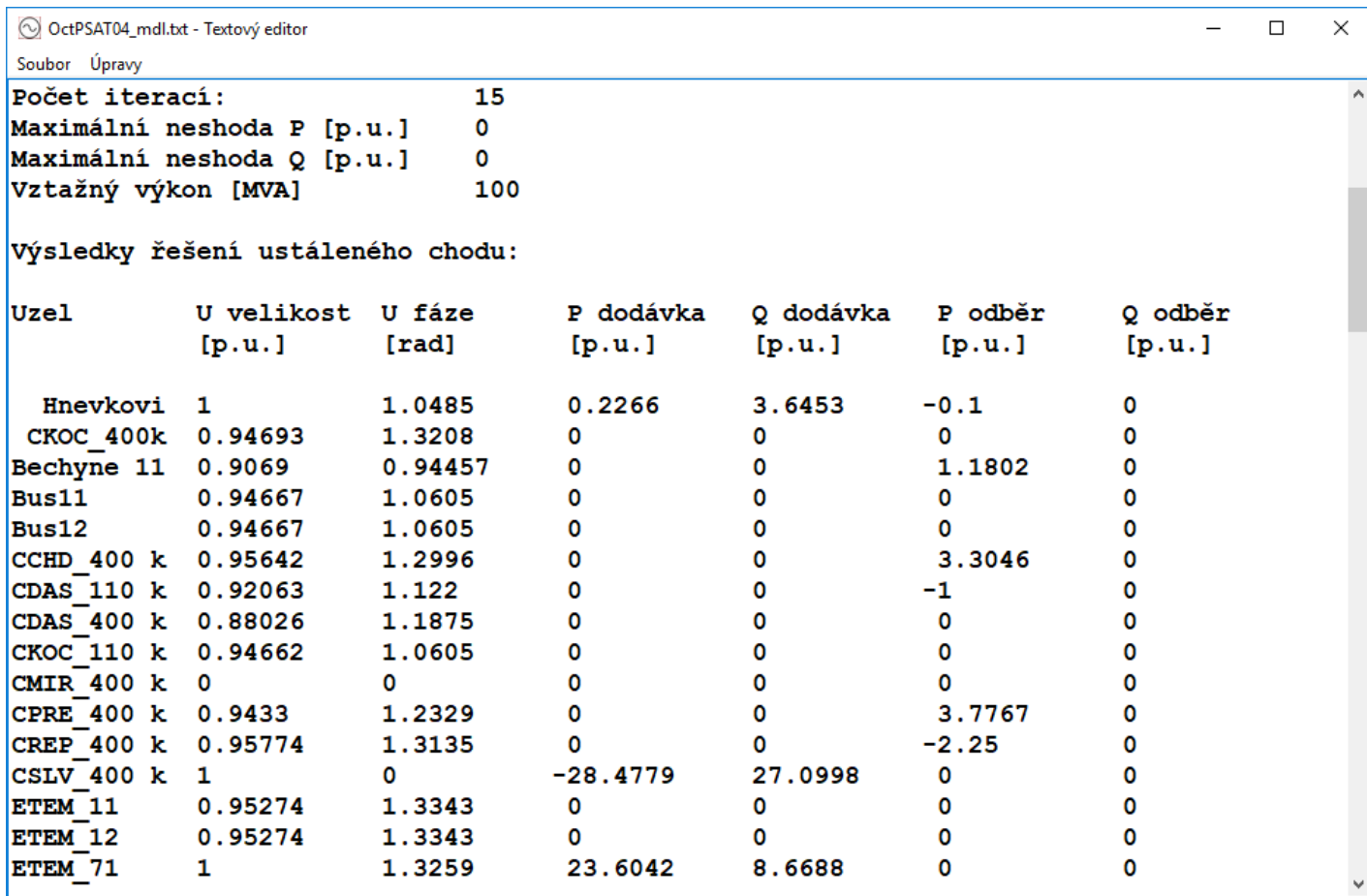
Ztráty činného výkonu
na transformátorech
a vedeních:



Příklad použití – Poměry v blízkosti JE Temelín

CPF
(Continuation
Power Flow)
analýza

Výstupní
sestava
textová:



```
OctPSAT04_md1.txt - Textový editor
Soubor Úpravy
Počet iterací: 15
Maximální neshoda P [p.u.] 0
Maximální neshoda Q [p.u.] 0
Vztažný výkon [MVA] 100

Výsledky řešení ustáleného chodu:

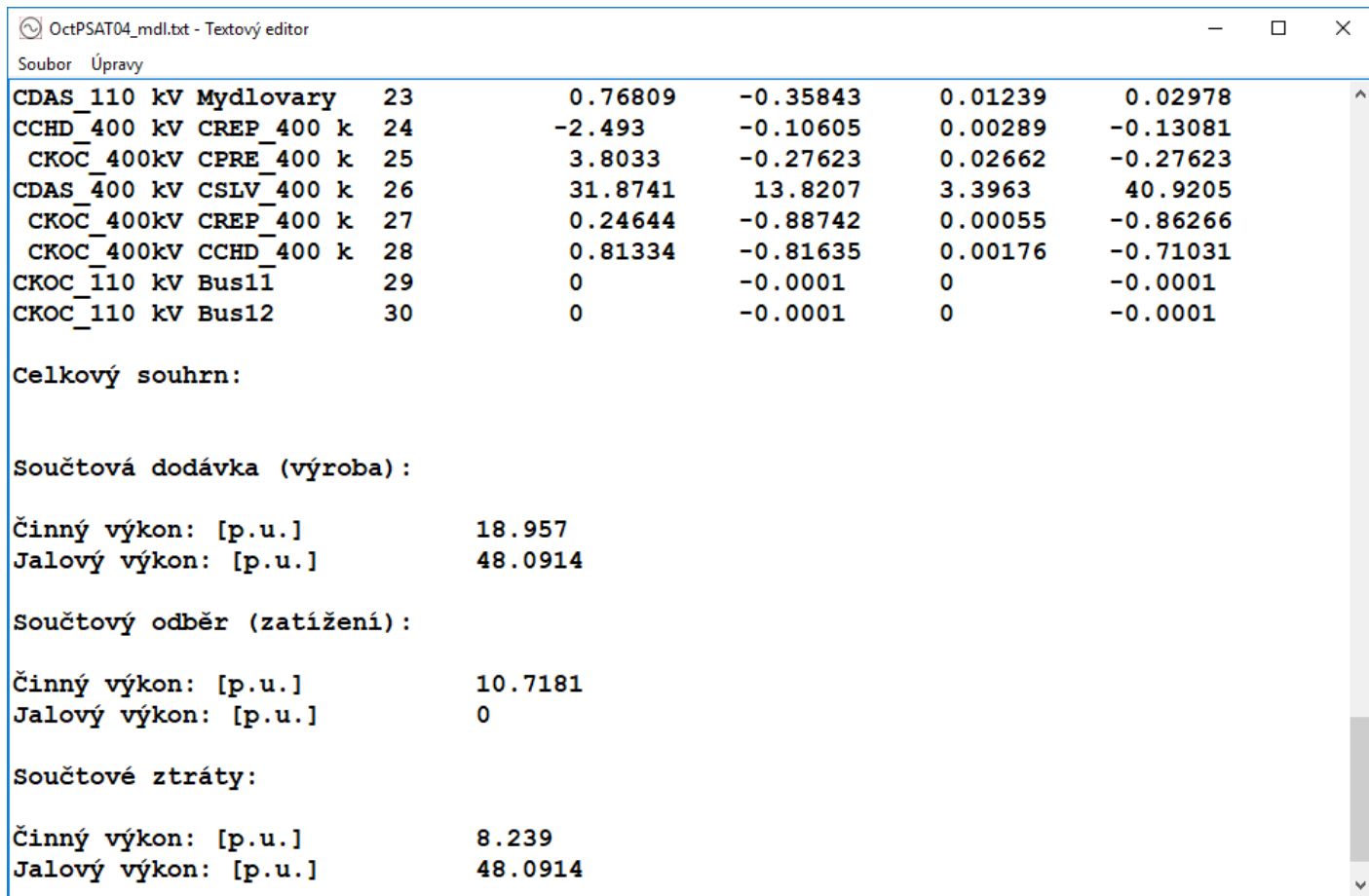
Uzel          U velikost  U fáze      P dodávka  Q dodávka  P odběr     Q odběr
               [p.u.]      [rad]      [p.u.]     [p.u.]     [p.u.]     [p.u.]

   Hnevkovi    1           1.0485     0.2266     3.6453     -0.1        0
   CKOC_400k   0.94693     1.3208     0           0           0           0
   Bechyne 11  0.9069      0.94457    0           0           1.1802     0
   Bus11       0.94667     1.0605     0           0           0           0
   Bus12       0.94667     1.0605     0           0           0           0
   CCHD_400 k  0.95642     1.2996     0           0           3.3046     0
   CDAS_110 k  0.92063     1.122      0           0           -1          0
   CDAS_400 k  0.88026     1.1875     0           0           0           0
   CKOC_110 k  0.94662     1.0605     0           0           0           0
   CMIR_400 k  0           0           0           0           0           0
   CPRE_400 k  0.9433      1.2329     0           0           3.7767     0
   CREP_400 k  0.95774     1.3135     0           0           -2.25      0
   CSLV_400 k  1           0           -28.4779   27.0998    0           0
   ETEM_11     0.95274     1.3343     0           0           0           0
   ETEM_12     0.95274     1.3343     0           0           0           0
   ETEM_71     1           1.3259     23.6042    8.6688     0           0
```

Příklad použití – Poměry v blízkosti JE Temelín

CPF
(Continuation
Power Flow)
analýza

Výstupní
sestava
textová:



The screenshot shows a text editor window titled "OctPSAT04_mdl.txt - Textový editor". The window contains a table of power flow analysis results. The table has 6 columns: a label, a number, and four numerical values. The data is as follows:

Label	Number	Value 1	Value 2	Value 3	Value 4
CDAS_110 kV Mydlovary	23	0.76809	-0.35843	0.01239	0.02978
CCHD_400 kV CREP_400 k	24	-2.493	-0.10605	0.00289	-0.13081
CKOC_400kV CPRE_400 k	25	3.8033	-0.27623	0.02662	-0.27623
CDAS_400 kV CSLV_400 k	26	31.8741	13.8207	3.3963	40.9205
CKOC_400kV CREP_400 k	27	0.24644	-0.88742	0.00055	-0.86266
CKOC_400kV CCHD_400 k	28	0.81334	-0.81635	0.00176	-0.71031
CKOC_110 kV Bus11	29	0	-0.0001	0	-0.0001
CKOC_110 kV Bus12	30	0	-0.0001	0	-0.0001

Below the table, there are summary sections:

Celkový souhrn:

Součtová dodávka (výroba):

Činný výkon: [p.u.]	18.957
Jalový výkon: [p.u.]	48.0914

Součtový odběr (zatížení):

Činný výkon: [p.u.]	10.7181
Jalový výkon: [p.u.]	0

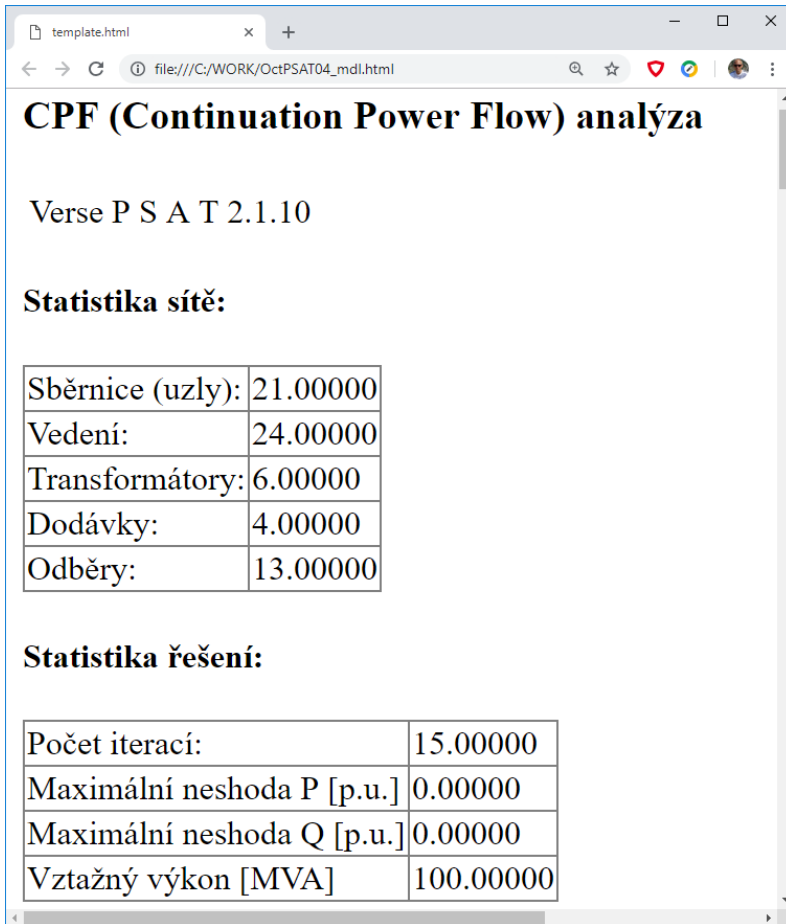
Součtové ztráty:

Činný výkon: [p.u.]	8.239
Jalový výkon: [p.u.]	48.0914

Příklad použití – Poměry v blízkosti JE Temelín

CPF
(Continuation
Power Flow)
analýza

Výstupní
sestava
HTML:



The screenshot shows a web browser window with the address bar containing 'file:///C:/WORK/OctPSAT04_md1.html'. The page title is 'CPF (Continuation Power Flow) analýza'. Below the title, it says 'Verse P S A T 2.1.10'. There are two main sections: 'Statistika sítě:' and 'Statistika řešení:'. Each section contains a table with two columns: a label and a numerical value.

Statistika sítě:	
Sběrnice (uzly):	21.00000
Vedení:	24.00000
Transformátory:	6.00000
Dodávky:	4.00000
Odběry:	13.00000

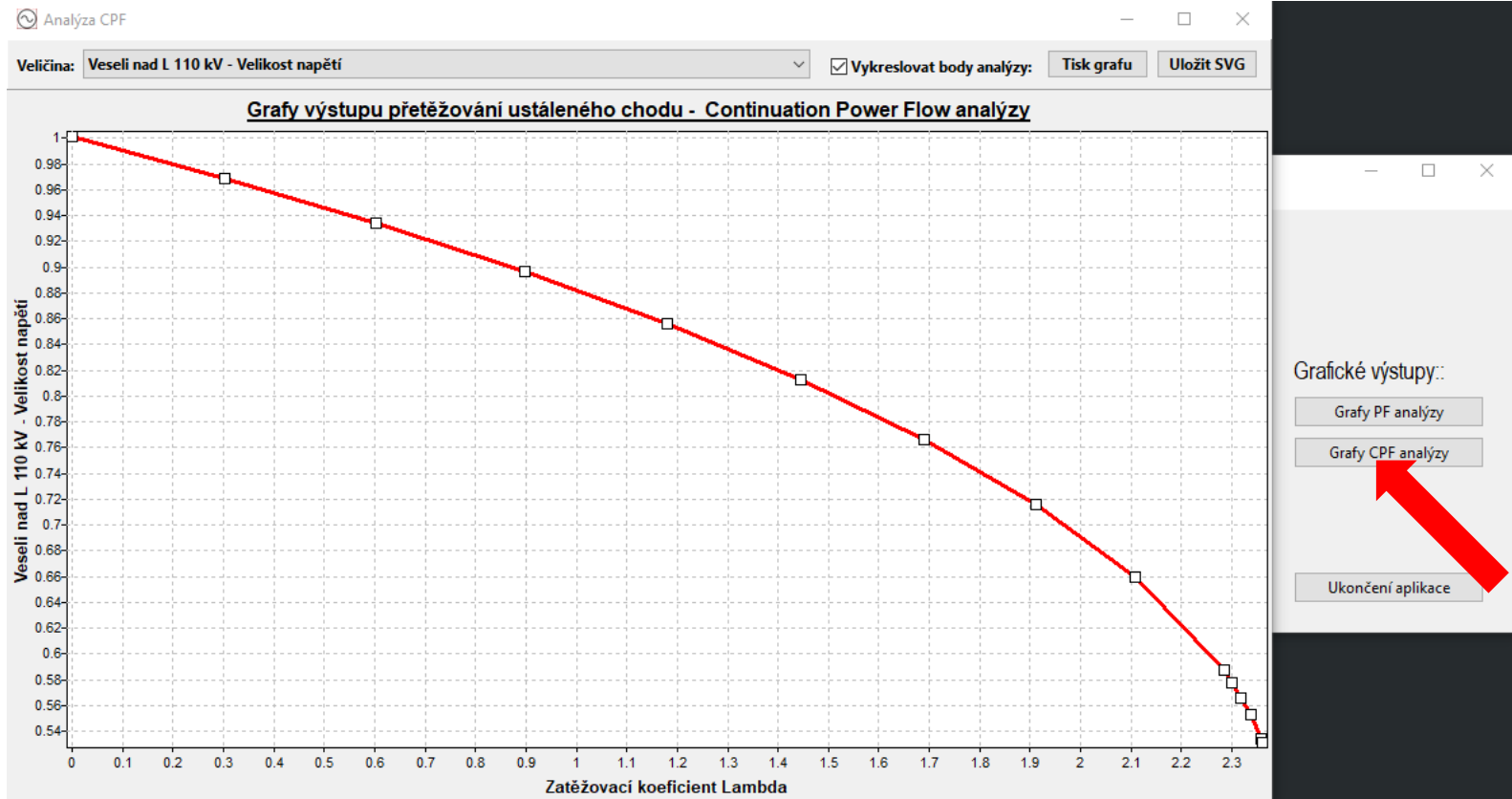
Statistika řešení:	
Počet iterací:	15.00000
Maximální neshoda P [p.u.]	0.00000
Maximální neshoda Q [p.u.]	0.00000
Vztažný výkon [MVA]	100.00000

Příklad použití – Poměry v blízkosti JE Temelín

Interaktivní grafické výstupy:

CPF
analýza

Velikost
napětí
v uzlech:

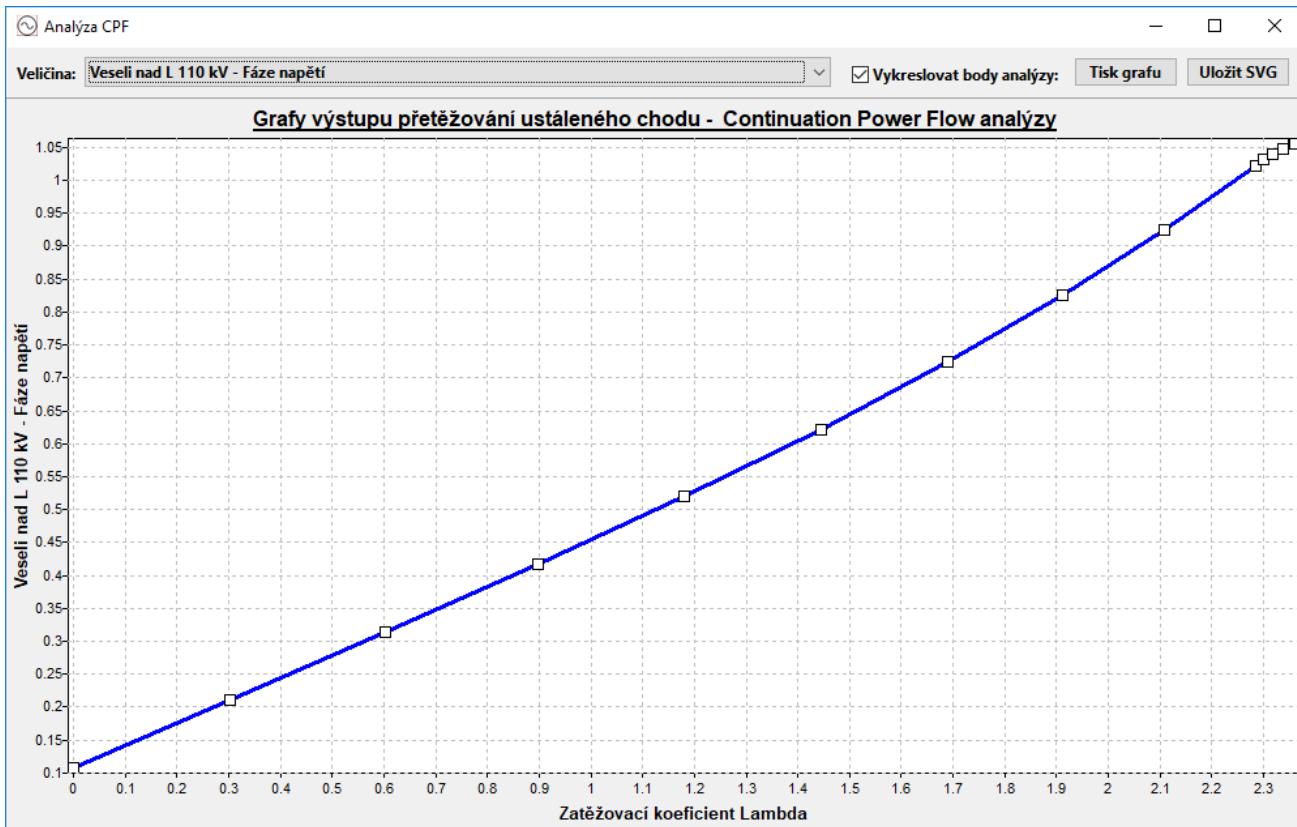


Příklad použití – Poměry v blízkosti JE Temelín

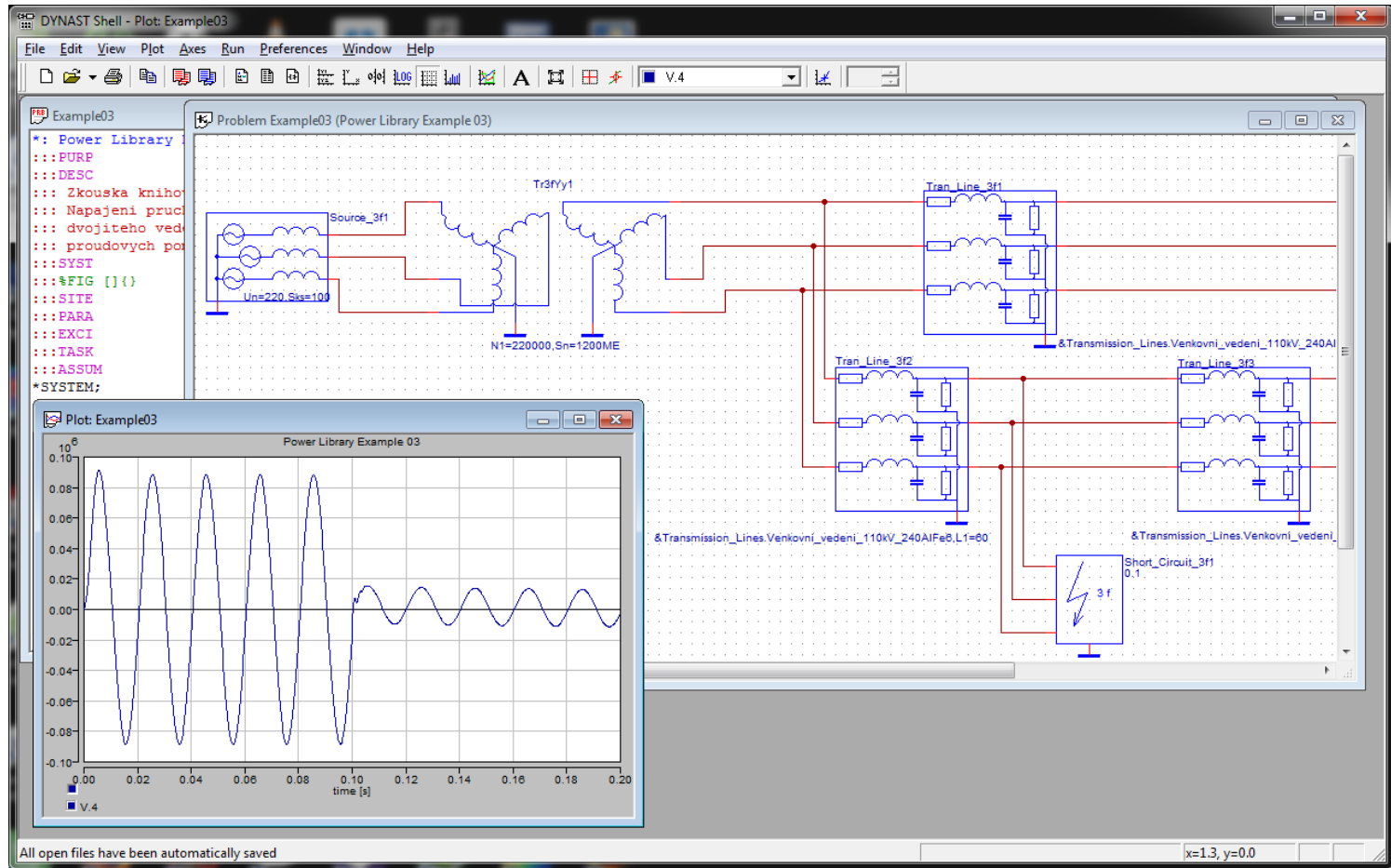
Interaktivní grafické výstupy:

CPF
analýza

Fáze
napětí
v uzlech:



DYNASt – DYNAmika A STATika



DYNAST – DYNamika A SStatika

Účel programu

Program DYNAST (DYNamika A SStatistika) slouží k simulaci a ke statické, časové (dynamické i kinematické) a kmitočtové analýze lineárních i nelineárních dynamických soustav i k analýze jejich závislostí na různých parametrech v mnoha fyzikálních disciplínách.

Formulace popisu modelu je možná způsoby:

- algebro-diferenciálními rovnicemi s podmíněnými, logickými výrazy a událostmi
- blokovými schémata (ala Simulink)
- branovými (multipólovými) schémata (ala SimScape, Modelica)
- či jejich kombinacemi

DYNAST – DYNamika A SStatika

Unikátní vlastnosti:

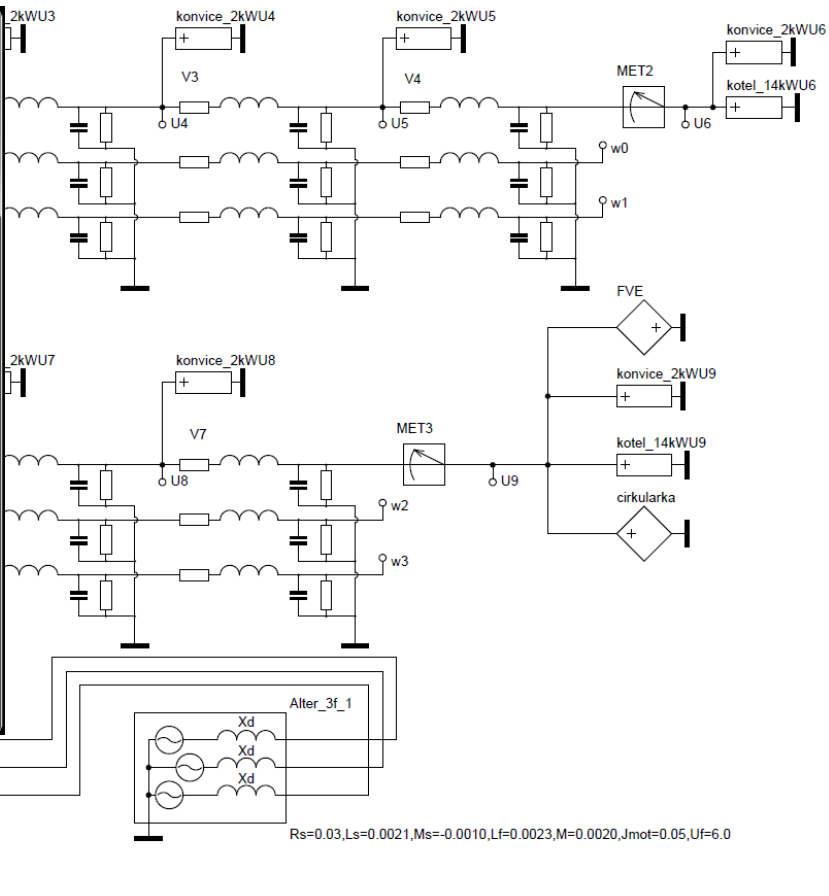
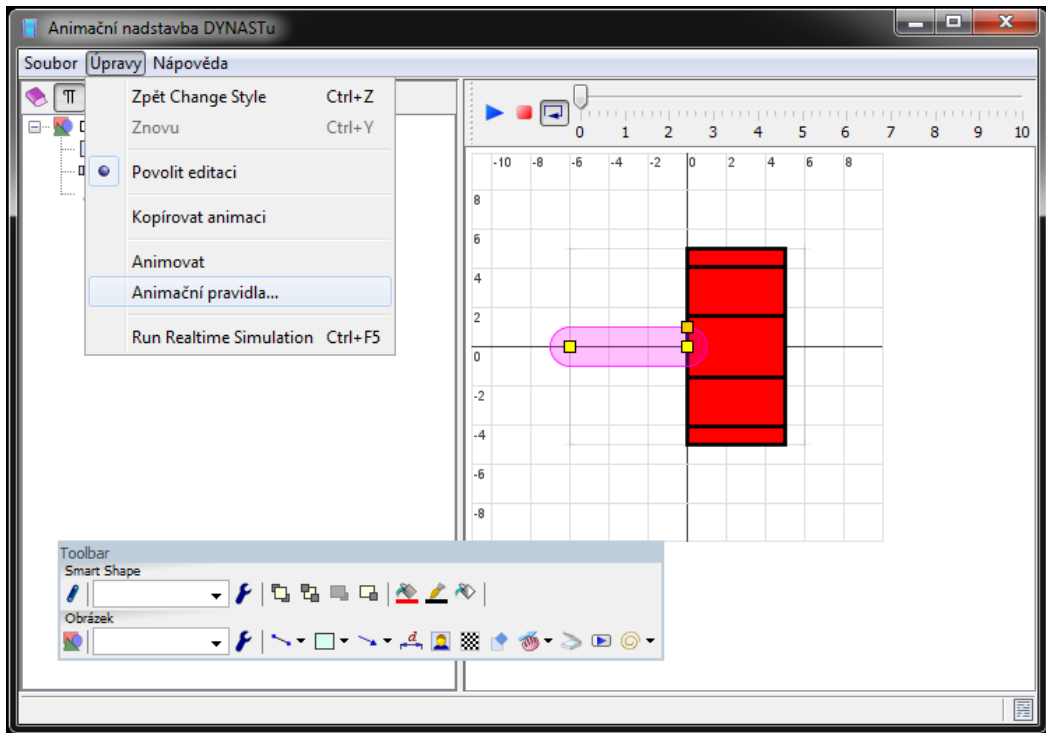
- Velice výkonný a spolehlivý při řešení nelineárních úloh.
- Možný implicitní tvar rovnic interpretovaný.
s potlačením potencionálních algebraických smyček.
- Zcela volně použitelný a otevřený včetně jednotlivých prvků knihoven.
- Automatická tvorba dokumentace, webového publikování výstupů a ilustračních animací.
- Spustitelný na mnoha operačních systémech (MS Windows, UNIX, MS-DOS, CP/M, ...) s minimálními HW požadavky.
- Tradičně využíván na ČVUT a ZČU/FEL.

DYNAST – DYNamika A SStatika

Vlastnosti omezující použití:

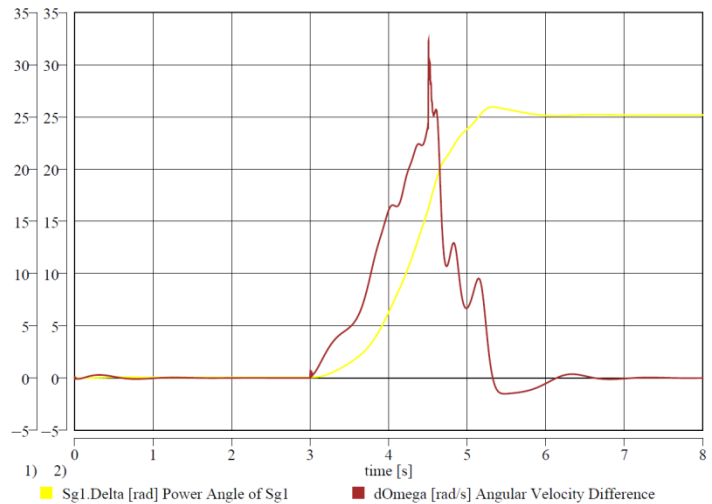
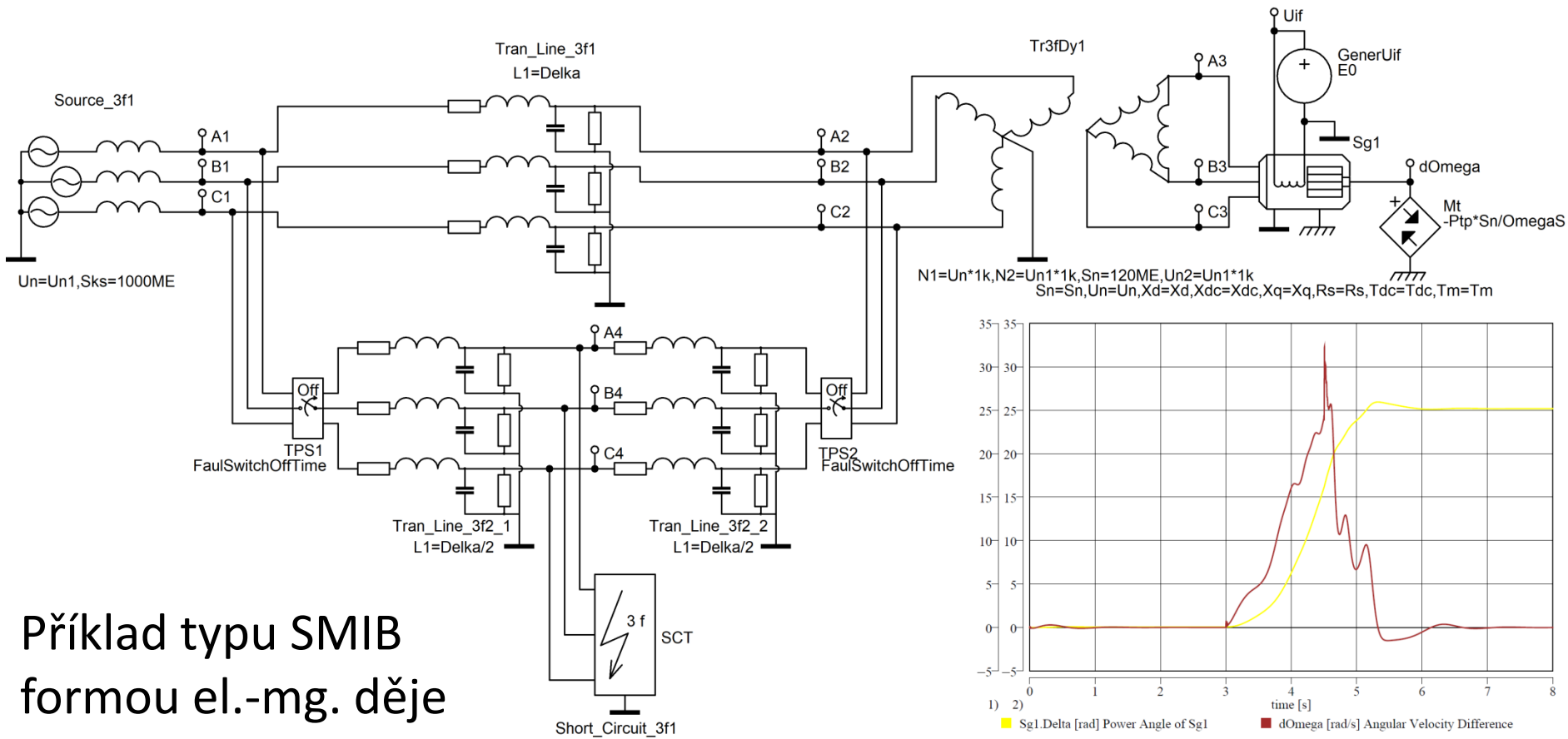
- Knihovny a prvky pro řešení elektrických sítí jsou realizovány pouze jako el.-mg. systémy, tedy nemají alternativu fázorově orientované knihovny prvků pro střídavé harmonické obvody.
- Není postaven na obecném programovacím jazyku. Komplexnější či nestandardní příprava vstupních či zpracování výstupních dat je nutná v jiných nástrojích.
- Ve formulaci úloh nelze používat maticový počet a komplexní algebru. Tvorba uživatelských funkcí a procedurálnost je pouze tradiční a objektový přístup limitovaný.
- Vývoj probíhající od 50. let byl v současné době zastaven.

DYNAST – DYNamika A SStatika



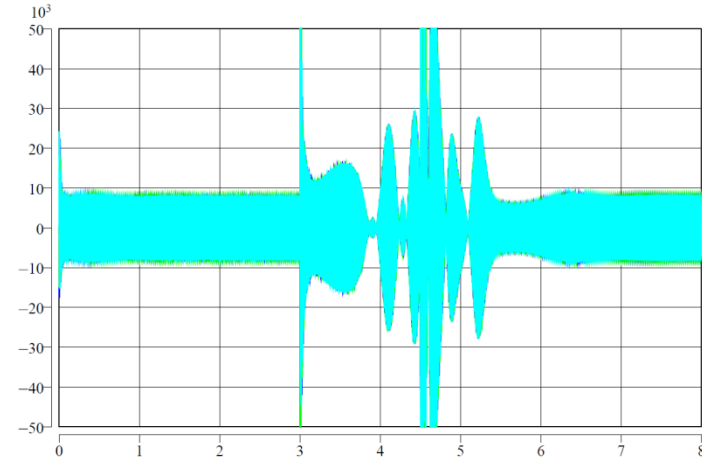
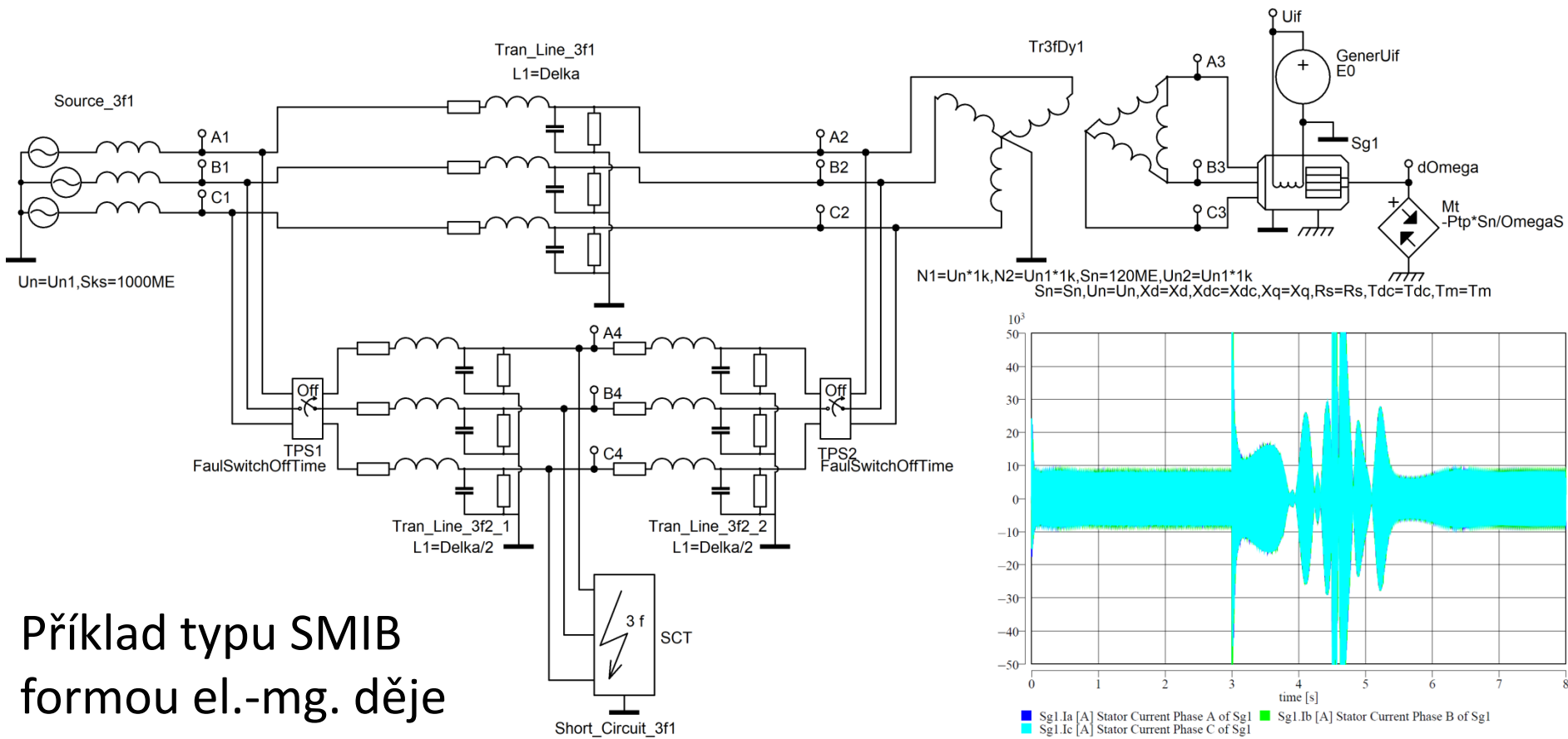
Příklad tvorby
animačního výstupu

DYNAST – DYNamika A SStatika



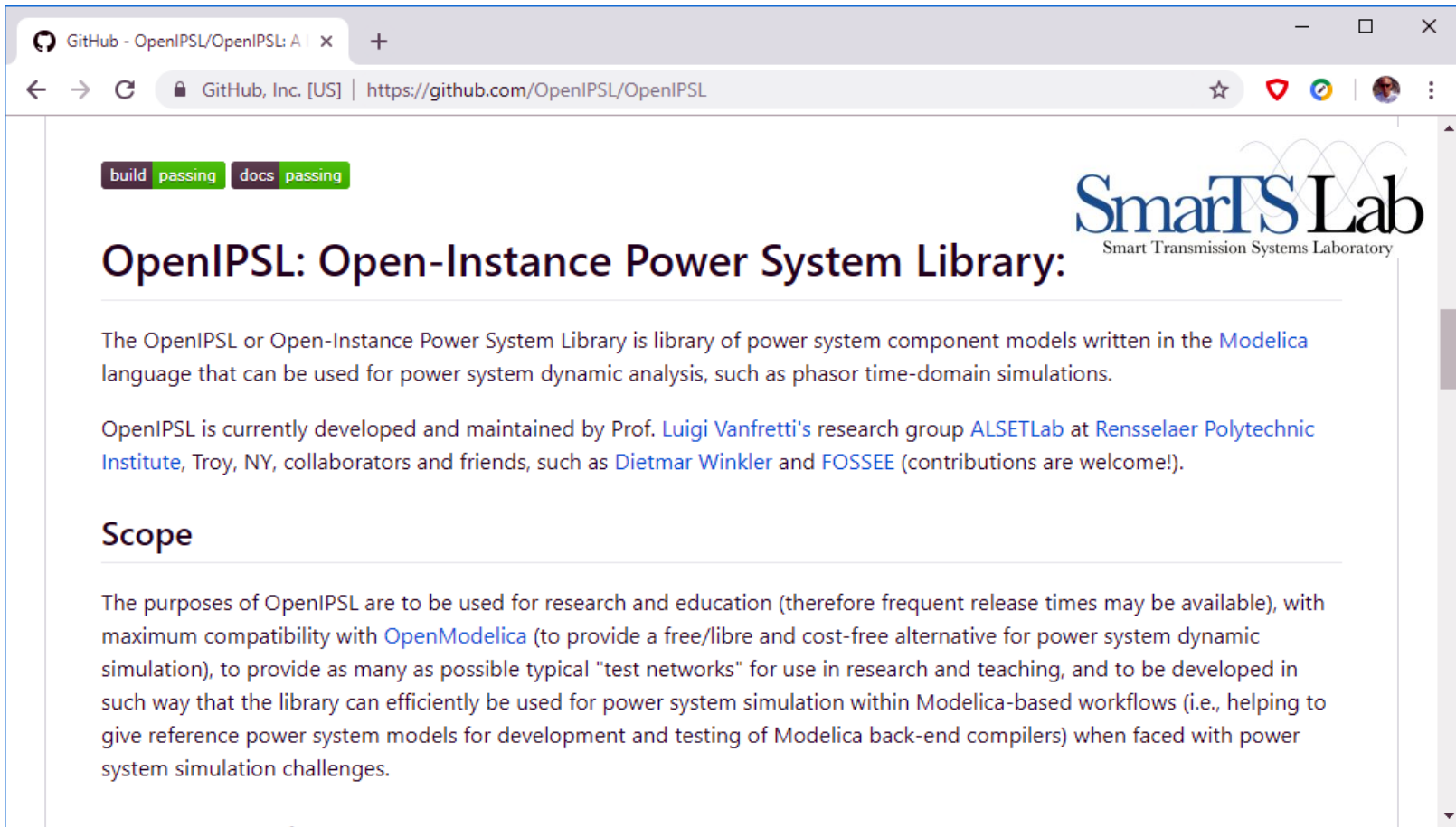
Příklad typu SMIB
 formou el.-mg. děje

DYNAST – DYNamika A SStatika



Příklad typu SMIB
 formou el.-mg. děje

OpenIPSL – Open Instance Power System Library



The screenshot shows the GitHub repository page for OpenIPSL. At the top, there are two status bars: "build passing" and "docs passing". The repository name "OpenIPSL: Open-Instance Power System Library:" is prominently displayed. Below the title, there is a paragraph describing the library as a collection of power system component models written in Modelica. It also mentions that the library is currently developed and maintained by Prof. Luigi Vanfretti's research group ALSETLab at Rensselaer Polytechnic Institute. A section titled "Scope" follows, detailing the library's purposes for research, education, and providing test networks for power system simulation.

build passing docs passing

OpenIPSL: Open-Instance Power System Library:

The OpenIPSL or Open-Instance Power System Library is library of power system component models written in the [Modelica](#) language that can be used for power system dynamic analysis, such as phasor time-domain simulations.

OpenIPSL is currently developed and maintained by Prof. [Luigi Vanfretti's](#) research group [ALSETLab](#) at [Rensselaer Polytechnic Institute](#), Troy, NY, collaborators and friends, such as [Dietmar Winkler](#) and [FOSSEE](#) (contributions are welcome!).

Scope

The purposes of OpenIPSL are to be used for research and education (therefore frequent release times may be available), with maximum compatibility with [OpenModelica](#) (to provide a free/libre and cost-free alternative for power system dynamic simulation), to provide as many as possible typical "test networks" for use in research and teaching, and to be developed in such way that the library can efficiently be used for power system simulation within Modelica-based workflows (i.e., helping to give reference power system models for development and testing of Modelica back-end compilers) when faced with power system simulation challenges.



OpenIPSL – Open Instance Power System Library

Příklad typu
SMIB
formou
el.-mg. děje

The screenshot displays the OMEdit - OpenModelica Connection Editor interface. The main workspace shows a circuit diagram titled "Example 1: Single-machine infinite bus model*" with the acronym "(AVR)" overlaid in large, bold, black letters. The diagram includes a generator (G1) connected to a bus (B1), which is further connected to a bus (B2) through a phase-shifting transformer (PSAT). Bus B2 is connected to a fault component and another PSAT, which is in turn connected to bus B3. Bus B3 is connected to an infinite bus (infinite_bus). The diagram also shows three voltage phase angle measurement points labeled "Vpu Angle".

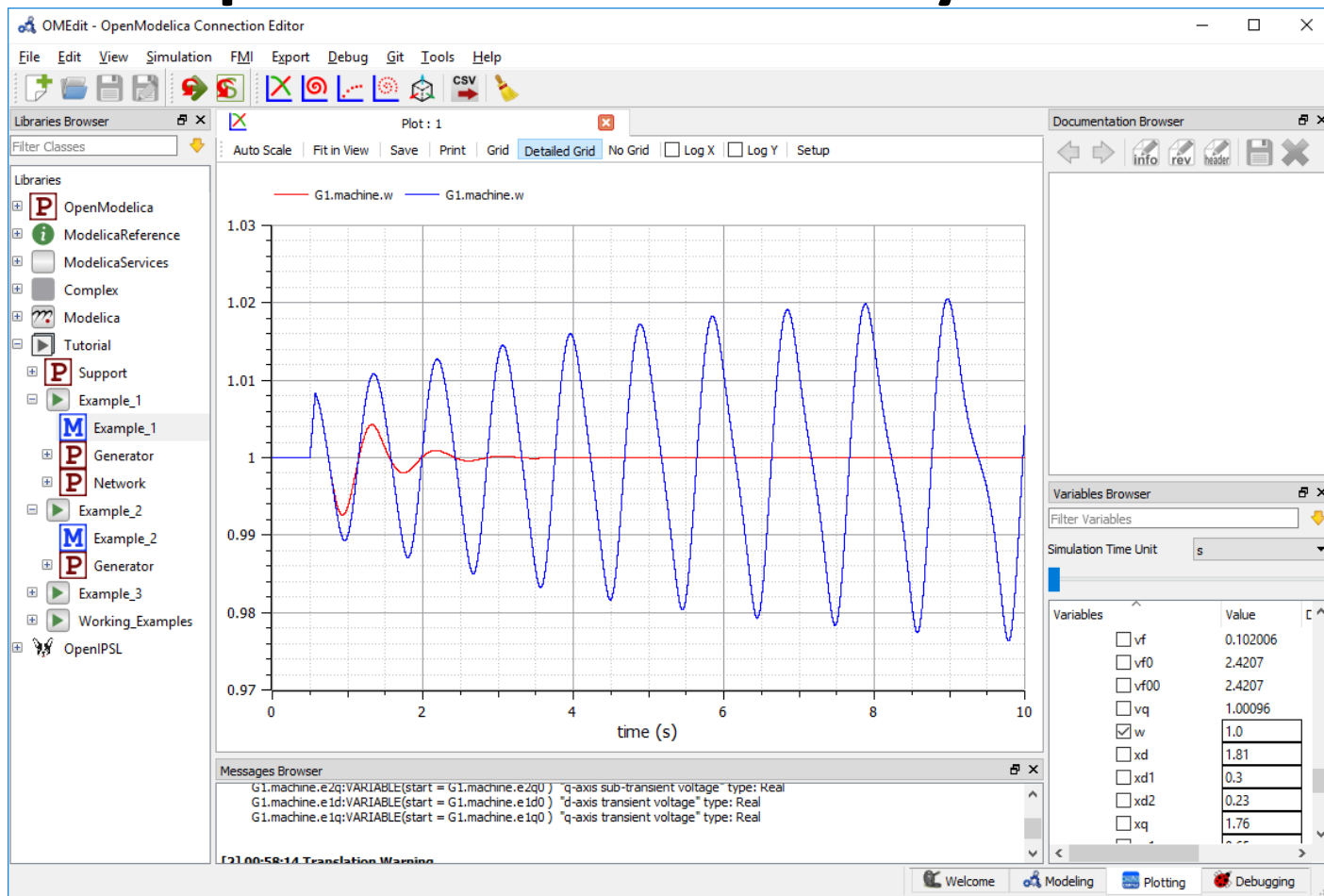
The interface includes several panels:

- Libraries Browser:** Shows a tree view of libraries. Under "OpenIPSL", the "SMIB" library is expanded, showing sub-libraries: "SMIB", "SMIB_AVR", "SMIB_AVR_PSS", "SMIB_Partial", "Generation_Groups", and "SMIB_Partial".
- Documentation Browser:** Displays the "OpenIPSL.Copyright" page, which includes a disclaimer, copyright information (Aug 2018 - Prof. Luigi Vanfretti, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, NY; April 2016 - July 2017 SmarTS Lab (Sweden)), contact information for SmarTS Lab at KTH (<https://www.kth.se/en>), and contact email (luigi.vanfretti@gmail.com). It also mentions the Mozilla Public License, v. 2.0, and provides a link to the license (<http://mozilla.org/MPL/2.0>).
- Messages Browser:** Shows a list of messages related to the PSAT components: "OpenIPSL.Electrical.Branches.PSAT.PhaseShiftingTransformer_1", "OpenIPSL.Electrical.Branches.PSAT.PhaseShiftingTransformer.PSTransformer", "OpenIPSL.Electrical.Branches.PSAT.PhaseShiftingTransformer.pst1", "OpenIPSL.Electrical.Branches.PSAT.PhaseShiftingTransformer.pst2", and "OpenIPSL.Electrical.Branches.PSAT.PhaseShiftingTransformer".

The bottom status bar shows icons for "Welcome", "Modeling", "Plotting", and "Debugging".

OpenIPSL – Open Instance Power System Library

Příklad typu
SMIB
formou
el.-mg. děje



OpenIPSL – Open Instance Power System Library

Sit
IEEE14

OMEdit - OpenModelica Connection Editor

File Edit View Simulation FMI Export Debug Git Tools Help

Libraries Browser

Filter Classes

Libraries

- OpenModelica
- ModelicaReference
- ModelicaServices
- Complex
- Modelica
- IEEE14
- Copyright
- IEEE_14_Buses
- Generation_Groups
- OpenIPSL

IEEE14_Buses

C:\WORK\IEEE14\IEEE_14_Buses.mo

Documentation Browser

IEEE14.Copyright

Disclaimer

OpenIPSL:

Copyright August 2017 - Prof. Luigi Vanfretti, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, NY.

Copyright April 2016 - July 2017 SmartS Lab (Sweden)

- SmartS Lab, research group at KTH: <https://www.kth.se/en>

The authors can be contacted by email: luigi.vanfretti@gmail.com

This Source Code Form is subject to the terms of the Mozilla Public License, v. 2.0.

If a copy of the MPL was not distributed with this file, You can obtain one at <http://mozilla.org/MPL/2.0>.

IPSL:

Copyright 2015-2016 RTE (France), SmartS Lab (Sweden), AIA (Spain) and DTU (Denmark)

- RTE: <http://www.rte-france.com>
- SmartS Lab, research group at KTH: <https://www.kth.se/en>
- AIA: <http://www.aia.es/en/energy>
- DTU: <http://www.dtu.dk/english>

The authors can be contacted by email: info@tesla-ipsl.org

This Source Code Form is subject to the terms of the Mozilla Public License, v. 2.0.

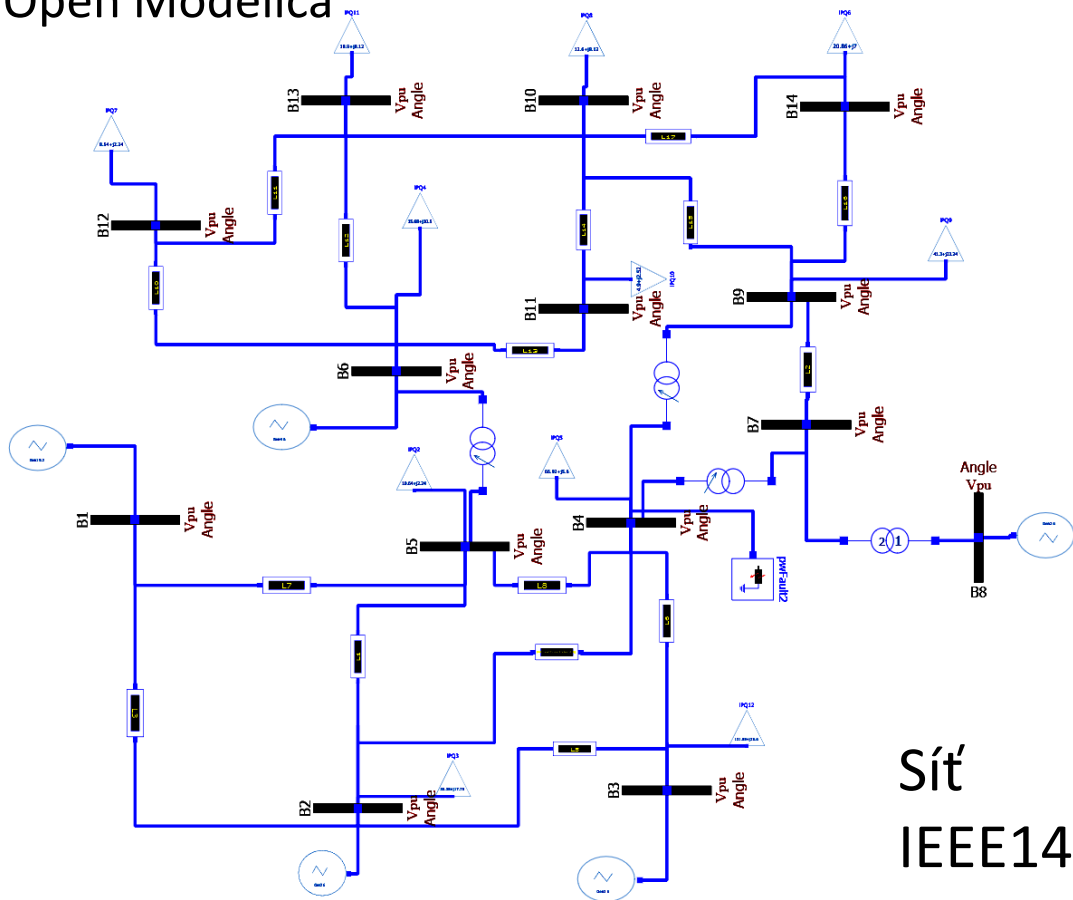
If a copy of the MPL was not distributed with this file, You can obtain one at <http://mozilla.org/MPL/2.0>.

Messages Browser

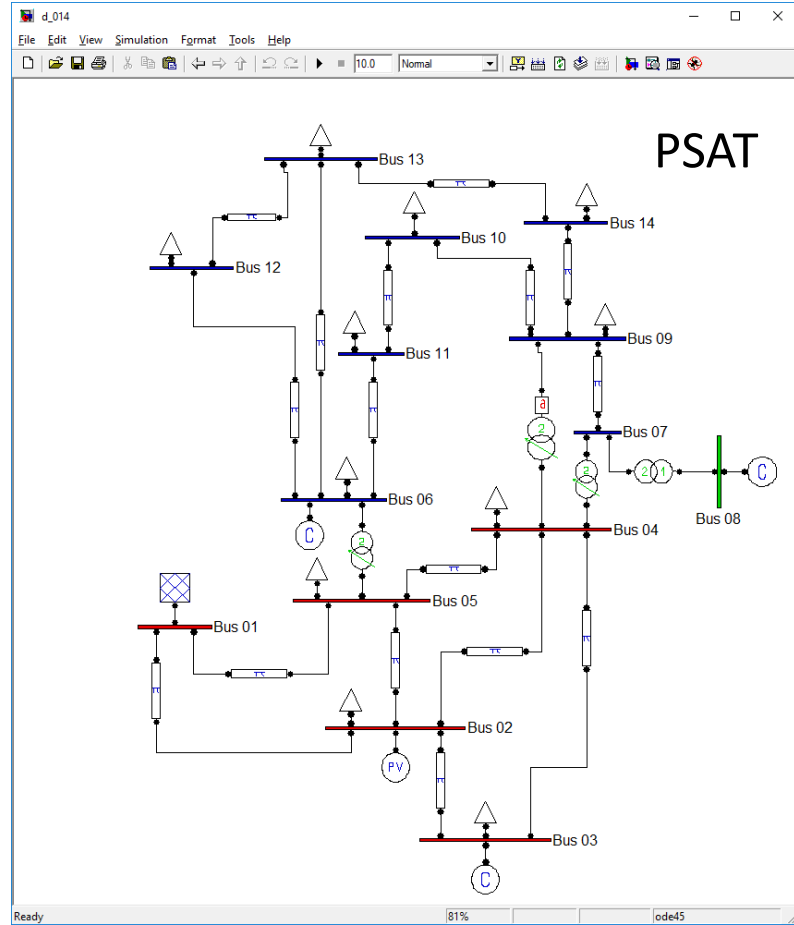
```
IP4.p.i:VARIABLE(flow=true) "Imaginary part of the current" type: Real
WTTransformerWithFixedTapRatio.p.u:VARIABLE(flow=true) "Real part of the current" type: Real
WTTransformerWithFixedTapRatio.n.i:VARIABLE(flow=true) "Imaginary part of the current" type: Real
WTTransformerWithFixedTapRatio.l.n.i:VARIABLE(flow=true) "Imaginary part of the current" type: Real
WTTransformerWithFixedTapRatio.l.p.i:VARIABLE(flow=true) "Real part of the current" type: Real
```

OpenIPSL – Open Instance Power System Library

Open Modelica

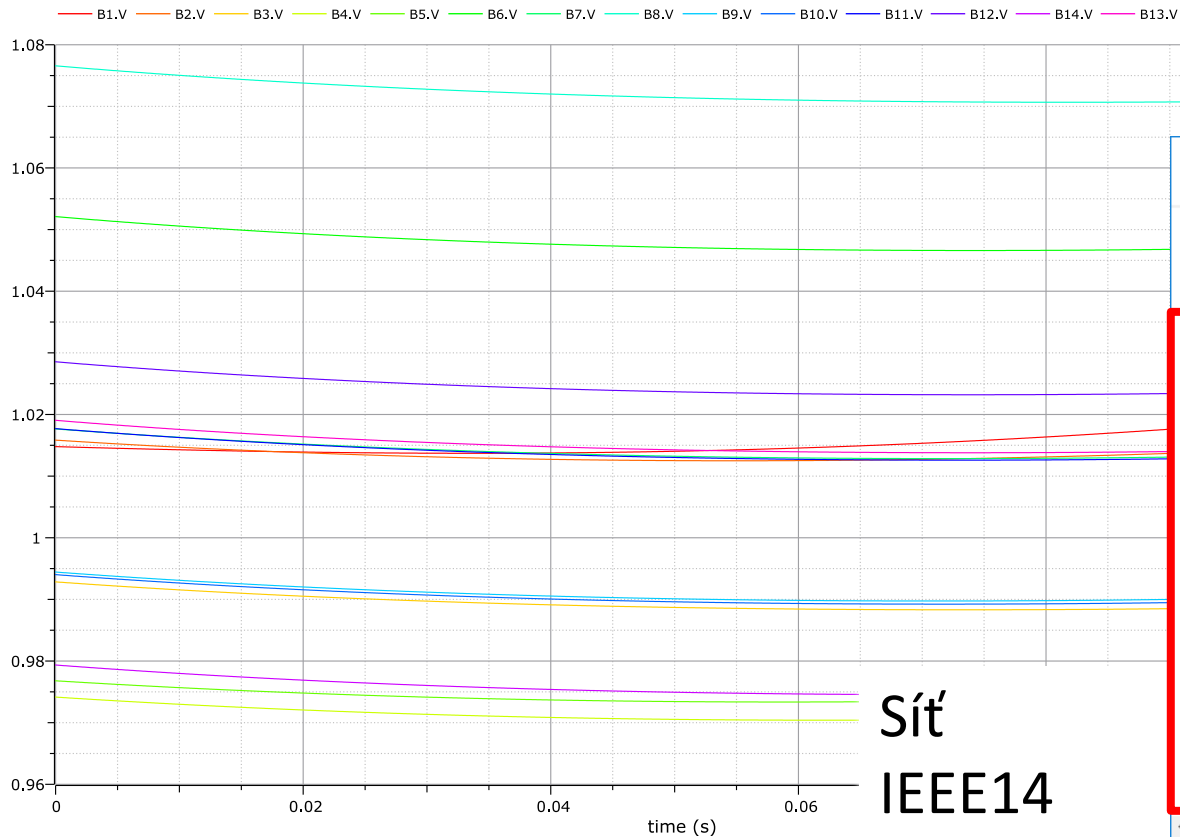


Sít
IEEE14



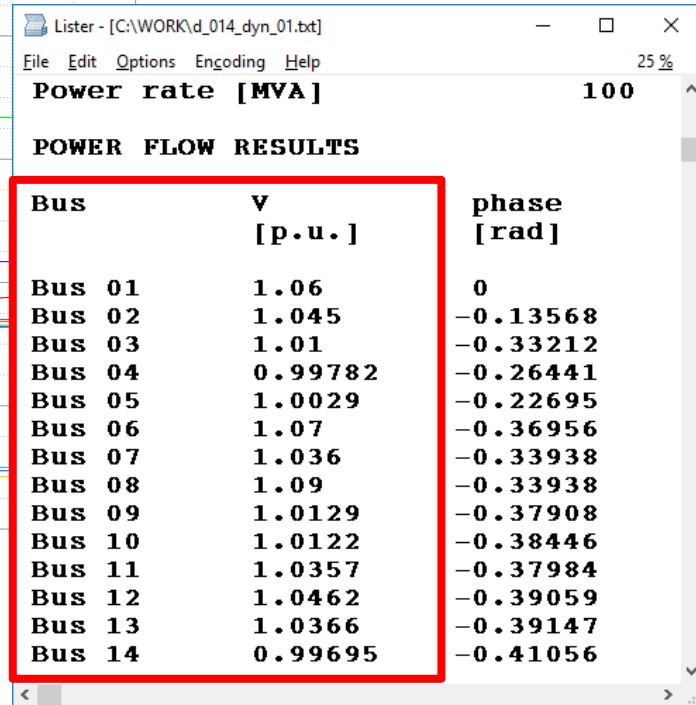
OpenIPSL – Open Instance Power System Library

Open Modelica



Sít
IEEE14

PSAT



OpenIPSL – Open Instance Power System Library

Open Modelica



Lister - [C:\WORK\d_014_dyn_01.txt]

File Edit Options Encoding Help 71 %

LINE FLOWS

From Bus	To Bus	Line	P Flow [p.u.]	Q Flow [p.u.]
Bus 02	Bus 05	1	0.57838	0.07
Bus 06	Bus 12	2	0.11407	0.04591
Bus 12	Bus 13	3	0.02704	0.02014
Bus 06	Bus 13	4	0.25989	0.14446
Bus 06	Bus 11	5	0.1186	0.12844
Bus 11	Bus 10	6	0.06706	0.09793
Bus 09	Bus 10	7	0.06013	-0.01389
Bus 09	Bus 14	8	0.12001	0.00518
Bus 14	Bus 13	9	-0.09038	-0.06862
Bus 07	Bus 09	10	0.37857	0.22523
Bus 01	Bus 02	11	2.4172	-0.38062
Bus 03	Bus 02	12	-1.0022	0.13952
Bus 03	Bus 04	13	-0.31661	0.19184

Sít
IEEE14

Porovnání zvolených alternativních nástrojů

PSAT vs OpenIPSL

PSAT/Matlab/Octave

- + Tradiční, stabilní, vyzrálý, referenční produkt
- + Možnost importování standardních dat topologie a parametrů sítě
- + Matlab a Octave jsou plnohodnotné nástroje vhodné pro skriptování cyklické analýzy a zpracování vstupu a výstupu dat
- V „open source“ versi má zatím pouze omezené GUI a žádný CAD pro tvorbu topologických schémat
- Podpora je omezená a vývoj byl ukončen

Porovnání zvolených alternativních nástrojů

PSAT vs OpenIPSL

OpenIPSL/OpenModelica/...

- + Silný univerzální jazyk pro modelování
- + Pohodlné komfortní GUI a CAD
- + Možná výměna modelů pomocí protokolů FMI, FMU
- + Zdrojový kód použitelný na více kompatibilních platformách:
 - Dymola*
 - JModelica (open source)
 - Wolfram System Modeler*
 - SimulationX (open source)
 - ...
- + Skriptování lze provádět nástrojem PySimulator a jazykem Python

* Nástroje používané na ZČU/FEL

Porovnání zvolených alternativních nástrojů

PSAT vs OpenIPSL

OpenIPSL/OpenModelica/...

- Formát popisu síťového modelu není triviální
- Samostatný výpočet Power Flow je komplikovaný
- ± Knihovna nemá ustálenou stabilní formu a kompatibilitu, ale podpora je aktivní a vývoj probíhá