

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ**

ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

**NÁVRH PROVOZU SÍTĚ 110KV NAPÁJENÉ
Z TRANSFORMOVNY 400/110KV ČEBÍN**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

BC. MIROSLAV KUBIZŇÁK

BRNO 2008



Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor

Elektroenergetika

Student: Kubizňák Miroslav, Bc.

Ročník: 2

ID: 88820

Akademický rok: 2007/08

NÁZEV TÉMATU:

Návrh provozu sítě 110 kV napájené z transformovny 400/110kV Čebín

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Výpočtete ustálený chod sítě 110 kV v oblasti Čebína pro stávající provozní stav.
- 2) Navrhněte "můstkové" zapojení sítě 110 kV a proveďte kontrolu jejího zatížení, zkratových poměrů a provozních ztrát.
- 3) Proveďte simulaci poruchových stavů v síti a zkontrolujte distribuční zařízení v ní. Navrhněte vhodná provozní opatření.

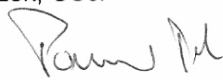
DOPORUČENÁ LITERATURA:

Dle pokynů vedoucího

Termín zadání: 17.12.2007

Termín odevzdání: 28.5.2008

Vedoucí projektu: doc. Ing. Vladimír Blažek, CSc.


doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.
předseda oborové rady



UPOZORNĚNÍ:

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

LICENČNÍ SMLOUVA

POSKYTOVANÁ K VÝKONU PRÁVA UŽÍT ŠKOLNÍ DÍLO

uzavřená mezi smluvními stranami:

1. Pan/paní

Jméno a příjmení: Bc. Miroslav Kubizňák
Bytem: Lukavice 135, 561 51
Narozen/a (datum a místo): 7.6.1983, Ústí nad Orlicí
(dále jen „autor“)

a

2. Vysoké učení technické v Brně

Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií,
se sídlem Údolní 244/53, 602 00 Brno,
jejímž jménem jedná na základě písemného pověření děkanem fakulty:
Doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.
(dále jen „nabyvatel“)

Čl. 1

Specifikace školního díla

1. Předmětem této smlouvy je vysokoškolská kvalifikační práce (VŠKP):

- disertační práce
 - diplomová práce
 - bakalářská práce
 - jiná práce, jejíž druh je specifikován jako
- (dále jen VŠKP nebo dílo)

Název VŠKP: Návrh provozu sítě 110kV napájené z transformovny
400/110kV Čebín

Vedoucí/ školitel VŠKP: Doc. Ing. Vladimír Blažek, CSc.

Ústav: Ústav elektroenergetiky

Datum obhajoby VŠKP:

VŠKP odevzdal autor nabyvateli v:

- tištěné formě – počet exemplářů 1
- elektronické formě – počet exemplářů 1

2. Autor prohlašuje, že vytvořil samostatnou vlastní tvůrčí činností dílo shora popsané a specifikované. Autor dále prohlašuje, že při zpracovávání díla se sám nedostal do rozporu s autorským zákonem a předpisy souvisejícími a že je dílo dílem původním.

3. Dílo je chráněno jako dílo dle autorského zákona v platném znění.
4. Autor potvrzuje, že listinná a elektronická verze díla je identická.

Článek 2

Udělení licenčního oprávnění

1. Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užít, archivovat a zpřístupnit ke studijním, výukovým a výzkumným účelům včetně pořizování výpisů, opisů a rozmnoženin.
2. Licence je poskytována celosvětově, pro celou dobu trvání autorských a majetkových práv k dílu.
3. Autor souhlasí se zveřejněním díla v databázi přístupné v mezinárodní síti
 - ihned po uzavření této smlouvy
 - 1 rok po uzavření této smlouvy
 - 3 roky po uzavření této smlouvy
 - 5 let po uzavření této smlouvy
 - 10 let po uzavření této smlouvy(z důvodu utajení v něm obsažených informací)
4. Nevýdělečné zveřejňování díla nabyvatelem v souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění, nevyžaduje licenci a nabyvatel je k němu povinen a oprávněn ze zákona.

Článek 3

Závěrečná ustanovení

1. Smlouva je sepsána ve třech vyhotoveních s platností originálu, přičemž po jednom vyhotovení obdrží autor a nabyvatel, další vyhotovení je vloženo do VŠKP.
2. Vztahy mezi smluvními stranami vzniklé a neupravené touto smlouvou se řídí autorským zákonem, občanským zákoníkem, vysokoškolským zákonem, zákonem o archivnictví, v platném znění a popř. dalšími právními předpisy.
3. Licenční smlouva byla uzavřena na základě svobodné a pravé vůle smluvních stran, s plným porozuměním jejímu textu i důsledkům, nikoliv v tísní a za nápadně nevýhodných podmínek.
4. Licenční smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami.

V Brně dne:

.....
Nabyvatel

.....
Autor

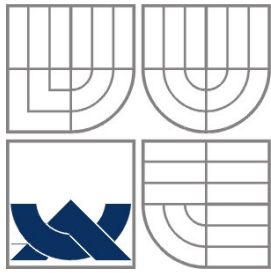
Bibliografická citace práce:

KUBIZŇÁK, M. *Návrh provozu sítě 110 kV napájené z transformovny 400/110kV Čebín*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2008. 65 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Vladimír Blažek, CSc.

Prohlašuji, že jsem svou **diplomovou práci** vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v příloženém seznamu.

Zároveň bych na tomto místě chtěl poděkovat konzultantovi diplomové práce Ing. Petru Vaculíkovi za cenné rady a připomínky k mé práci, poskytnutou literaturu a svým rodičům za podporu během celé doby mého studia.

.....



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ



**Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
Ústav elektroenergetiky**

Diplomová práce

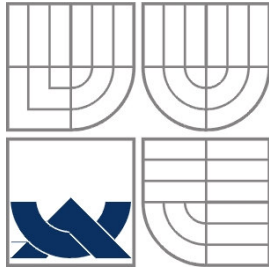
Návrh provozu sítě 110kV napájené z transformovny 400/110kV Čebín

Bc. Miroslav Kubizňák

vedoucí: Doc. Ing. Vladimír Blažek, CSc.

Ústav elektroenergetiky, FEKT VUT v Brně, 2008

Brno



BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



Faculty of Electrical Engineering and Communication

Department of Electrical Power Engineering

Master's Thesis

**Design of the operation of 110kV
power network powered from
400/110kV Čebín switching station**

by

Bc. Miroslav Kubizňák

Supervisor: Doc. Ing. Vladimír Blažek, CSc.

Brno University of Technology, 2008

Brno

ABSTRAKT

Znalost výkonů, ztrát a napěťových poměrů v jednotlivých prvcích a uzlech elektrizační soustavy je nutná pro řízení provozu a navrhování dalšího rozvoje elektrizační soustavy.

V této práci se budeme zabývat výpočtem ustáleného chodu sítě pomocí programu PAS – DAISY – OFF LINE, řešení různých druhů konfigurací sítě a jejich kontrolou.

KLÍČOVÁ SLOVA: Elektrické vedení, ustálený chod, Newtonova iterační metoda, zkrat, PAS – DAISY – OFF LINE.

ABSTRACT

Knowledge of electric power, power dissipation and voltage conditions in every single segments and electric power system nodes is necessary for operations control and designing of another electric power system expansion.

In this Thesis, we will handle with steady state of system calculation using PAS-DAISY-OFF LINE software, solving various power network configurations and their verification.

KEY WORDS: Power line, steady state of system, Newton's method, short circuit, PAS – DAISY – OFF LINE.

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ	12
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	13
1 ÚVOD.....	15
2 ŘEŠENÍ SÍTÍ 110KV V USTÁLENÉM CHODU.....	16
2.1 ZJEDNODUŠUJÍCÍ PŘEDPOKLADY.....	16
2.2 OBECNÁ METODA ŘEŠENÍ SÍTÍ	17
2.3 KLASIFIKACE UZLŮ A PODMÍNKY URČITOSTI CHODU SÍTĚ	18
2.4 NEWTONOVA ITERAČNÍ METODA	19
2.4.1 VÝPOČET PRVKŮ JACOBIÁNU	22
3 PROGRAM PAS-DAISY OFF LINE.....	24
3.1 MODUL LFOFF PRO VÝPOČET USTÁLENÉHO CHODU SÍTĚ	24
3.1.1 VÝPOČETNÍ METODA A PŘEDPOKLADY VÝPOČTU	24
3.1.2 VSTUPNÍ DATA	24
3.2 MODUL ZKOFF PRO VÝPOČET ZKRATOVÝCH POMĚRŮ SÍTĚ	25
3.2.1 VÝPOČETNÍ METODA.....	25
4 ZKRATY V ELEKTRIZAČNÍ SOUSTAVĚ.....	26
4.1 DĚLENÍ ZKRATŮ.....	26
4.2 CHARAKTERISTICKÉ HODNOTY ZKRATOVÉHO PROUDU	28
4.3 PRŮBĚH ZKRATOVÉHO PROUDU	30
4.4 ŘEŠENÍ ZKRATŮ METODOU SOUMĚRNÝCH SLOŽEK	31
4.4.1 JEDNOFÁZOVÝ ZKRAT	32
4.4.2 TROJFÁZOVÝ ZEMNÍ ZKRAT.....	33
5 ŘEŠENÍ CHODU SÍTĚ 110KV V OBLASTI ČEBÍNA	35
5.1 VÝPOČET USTÁLENÉHO CHODU SÍTĚ PRO STÁVAJÍCÍ PROVOZNÍ STAV	35
5.2 NÁVRH MŮSTKOVÉHO ZAPOJENÍ SÍTĚ 110KV	36
5.3 SIMULACE PORUCHOVÝCH STAVŮ.....	38
6 ZÁVĚR.....	39
POUŽITÁ LITERATURA	40
PŘÍLOHY	41

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 2-1 Obyčejná trojúhelníková síť</i>	17
<i>Obr. 2-2 Náhradní schéma obyčejné trojúhelníkové sítě</i>	17
<i>Obr. 4-1 Trojfázový zkrat</i>	27
<i>Obr. 4-2 Trojfázový zemní zkrat</i>	27
<i>Obr. 4-3 Dvoufázový zkrat</i>	27
<i>Obr. 4-4 Dvoufázový zemní zkrat</i>	27
<i>Obr. 4-5 Jednofázový zkrat</i>	28
<i>Obr.4-6 Průběh nesouměrného zkratového proudu</i>	30
<i>Obr. 4-7 Průběh souměrného zkratového proudu</i>	31
<i>Obr. 5-1 Elektrická síť 110kV v oblasti Čebína</i>	35
<i>Obr. 5-2 Můstkové zapojení transformátorů T401 a T402</i>	37

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

*	tento horní index u veličiny označuje komplexně sdružené číslo	
∂	značí parciální derivaci	
Δx_i	odchylka od přesné hodnoty	
α_{ij}	fáze admitance \bar{Y}_{ij}	[°]
δ_i	fáze napětí \bar{U}_i	[°]
\bar{a}	je jednotkový fázor natočení	[-]
b	počet vedení vycházejících z i -tého uzlu	[-]
C_k	kapacita vedení na 1km délky	[F/km]
G_k	konduktance vedení na 1km délky	[S/km]
I_0	netočivá složka proudu	[A]
I_1	sousledná složka proudu	[A]
I_2	zpětná složka proudu	[A]
\bar{I}_i	proud v i -tém uzlu	[A]
I_k	ustálený zkratový proud	[A]
I_k''	počáteční rázový zkratový proud	[A]
I_{ke}	ekvivalentní oteplovací zkratový proud	[A]
I_{km}	nárazový zkratový proud	[A]
I_{vyp}	vypínací zkratový proud	[A]
l	délka vedení	[km]
L_i	označení fázového vodiče (i – jsou indexy 1, 2, 3)	[-]
L_k	indukčnost vedení na 1km délky	[H/km]
P	činný výkon	[W]
Q	jalový výkon	[VAr]
R, S, T	další značení fázových vodičů (může být i jako index)	[-]
R_k	rezistence vedení na 1km délky	[Ω/km]

\bar{S}_i	zdánlivý výkon v i -tém uzlu	[VA]
U_0	netočivá složka napětí	[V]
U_1	sousledná složka napětí	[V]
U_2	zpětná složka napětí	[V]
\bar{U}_i	napětí v i -tém uzlu	[V]
$x_i^{(0)}$	kořen v nulové iteraci	[-]
\bar{Y}	příčná admitance vedení	[S]
\bar{Y}_{i0}	polovina součtu příčných admitancí všech vedení vycházejících z i -tého uzlu	[S]
\bar{Y}_{ii}	součet všech admitancí vycházejících z i -tého uzlu	[S]
\bar{Y}_{ij}	podélná admitance mezi uzly i a j	[S]
$\bar{Y}_{ij}^{(0)}$	příčná admitance vedení mezi uzly i a j	[S]
\bar{Z}	podélná impedance vedení	[Ω]

1 ÚVOD

Sítě 400 a 220kV tvoří v České republice přenosovou soustavu a slouží také ke spolupráci s elektrizačními soustavami sousedních států. Délky jejich úseků dosahují často desítek až stovek kilometrů a přenášené výkony se počítají v MW. Sítě 110kV se používají jako distribuční a nejčastěji se provozují jako paprskové. To znamená, že každá jednotlivá oblast je napájena pouze jedním transformátorem. Nevýhodou této konfigurace sítě je, že při poruše transformátoru dojde k přerušení dodávky elektrické energie v celé oblasti. Energetické závody si tento problém uvědomují a snaží se zlepšit dodávku elektrické energie změnou konfigurace sítě.

V této práci se budeme zabývat nejprve výpočtem ustáleného chodu sítě v oblasti Čebín, a posléze můstkovým zapojením transformátorů T401 a T402. Tuto změnu provedeme za účelem zlepšení spolehlivosti dodávky elektrické energie. K tomu nám poslouží program Pas – Daisy - Off line, který se používá na dispečinku společnosti E.on pro navrhování a kontrolu elektrických sítí.

2 ŘEŠENÍ SÍTÍ 110kV V USTÁLENÉM CHODU

Ustálený chod v elektrických sítích je takový stav, při kterém neprobíhají krátkodobé přechodné děje související s poruchami (např. zkraty), s údery blesku do vedení a spínacími operacemi. Ustálený chod přísně vzato nenastává vůbec. Příčinou je stálá změna počtu a zatížení spotřebitelů a zdrojů. Tyto změny jsou však pomalé a proto se neuvažují.

Výpočtem ustáleného chodu rozumíme výpočet elektrických poměrů na jednotlivých prvcích sítě při známých napájecích napětích a zátěžích. Dále předpokládáme známou konfiguraci a parametry sítě.

2.1 Zjednodušující předpoklady

Rozlehlost těchto sítí, velikost napětí a přenášené výkony nám neumožňují při řešení ustáleného chodu taková zjednodušení jako u sítí vn a nn. Je to dáno tím, že proudy tekoucí příčnou admitancí jsou srovnatelné s proudy odběrů a mají podstatný vliv na ztráty na vedení, tudíž je nelze zanedbat. Při řešení se tedy uvažují oba komplexní parametry, a to podélná impedance \bar{Z} a příčná admitance \bar{Y} .

$$\begin{aligned}\bar{Z} &= (R_k + j \cdot \omega \cdot L_k) \cdot l \\ \bar{Y} &= (G_k + j \cdot \omega \cdot C_k) \cdot l\end{aligned}\tag{2.1}$$

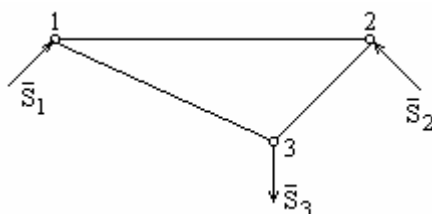
Kde je: R_k rezistence vedení na jednotku délky,
 L_k indukčnost vedení na jednotku délky,
 G_k konduktance vedení na jednotku délky,
 C_k kapacita vedení na jednotku délky.

Uvažujeme tedy tyto zjednodušení:

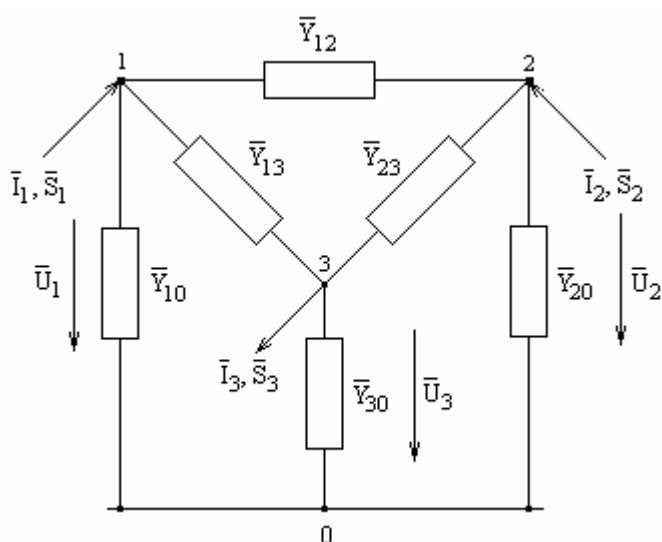
- Parametry vedení, transformátorů a ostatních prvků jsou konstanty nezávislé na proudu nebo napětí. Vedení obvykle nahrazujeme Π články a transformátory Π , nebo Γ články.
- Napětí zdrojů a proudy odběrů jsou harmonickými funkcemi času s frekvencí 50Hz.
- U trojfázových soustav předpokládáme symetrii prvků v parametrech u odběrů a zdrojů v proudech a napětích.
- Trojfázovou síť nahrazujeme ekvivalentní jednofázovou sítí, takže počítáme s fázovou hodnotou napětí.

2.2 Obecná metoda řešení sítí

Mějme jednoduchou síť (viz obr.2-1). Pokud nahradíme jednotlivá vedení Π články obdržíme náhradní schéma (viz obr.2-2). Referenční uzel pro uzlová napětí je střední vodič spojený se zemí s označením 0.



Obr. 2-1 Obyčejná trojúhelníková síť



Obr. 2-2 Náhradní schéma obyčejné trojúhelníkové sítě

Kde je: \bar{Y}_{ij} podélná admitance mezi uzly i a j ,

\bar{Y}_{i0} polovina součtu příčných admitancí všech vedení vycházejících z i -tého uzlu.

$$\bar{Y}_{i0} = \frac{1}{2} \sum_{p=1}^b \bar{Y}_{ijp}^{(0)} \quad (2.2)$$

Kde je: $\bar{Y}_{ijp}^{(0)}$ příčná admitance vedení mezi uzly i a j ,

b počet vedení vycházejících z i -tého uzlu.

Schéma lze pak popsat pomocí metody uzlových napětí třemi rovnicemi:

$$\begin{bmatrix} \bar{I}_1 \\ \bar{I}_2 \\ -\bar{I}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{Y}_{11} & -\bar{Y}_{12} & -\bar{Y}_{13} \\ -\bar{Y}_{12} & \bar{Y}_{22} & -\bar{Y}_{23} \\ -\bar{Y}_{13} & -\bar{Y}_{23} & \bar{Y}_{33} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \bar{U}_1 \\ \bar{U}_2 \\ \bar{U}_3 \end{bmatrix} \quad (2.3)$$

Kde je: \bar{Y}_{ii} součet všech admitancí vycházejících z i -tého uzlu.

$$\bar{Y}_{ii} = \bar{Y}_{i0} + \sum_{p=1}^b \bar{Y}_{ijp} \quad (2.4)$$

V obecném případě, kdy má síť n uzlů, lze náhradní schéma popsat n lineárními rovnicemi:

$$\bar{I}_i = \bar{Y}_{ii} \cdot \bar{U}_i - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \bar{Y}_{ij} \cdot \bar{U}_j \quad (2.5)$$

Ke stanovení napětí $\bar{U}_1, \bar{U}_2, \dots, \bar{U}_n$ je tato soustava nepoužitelná, protože proudy na levých stranách rovnic jsou závislé na neznámých napětích.

$$\bar{I}_i^* = \frac{\bar{S}_i}{3 \cdot \bar{U}_i} \quad (2.6)$$

Když dosadíme rovnici (2.6) do rovnice (2.5), tak dostaneme výkonové rovnice sítě:

$$\bar{S}_i^* = 3 \cdot \left(\bar{Y}_{ii} \cdot U_i^2 - \bar{U}_i^* \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \bar{Y}_{ij} \cdot \bar{U}_j \right) \quad (2.7)$$

2.3 Klasifikace uzlů a podmínky určitosti chodu sítě

Ustálený chod je určen znalostí čtyř uzlových veličin:

- absolutní hodnotou napětí U ,
- úhlem napětí δ ,
- činným výkonem P ,
- jalovým výkonem Q .

Zpravidla podle požadavků praxe dělíme uzly podle zadávaných uzlových veličin do tří základních skupin:

- **Bilanční uzel (U, δ)** – v tomto uzlu je zadáno napětí a jeho úhel. Tento uzel by měl hradit nerovnováhu v bilanci uzlových výkonů a navíc musí hradit ztráty činného a jalového výkonu v síti. Dopočítává se činný a jalový výkon.
- **Odběrový a zdrojový uzel (P, Q)** – je v něm zadán činný a jalový výkon a to buď dodávaný, nebo odebíraný. Dodávkové a odběrové uzly jsou označeny znaménky \pm . Dopočítává se napětí a jeho úhel.
- **Regulační uzel (U, P)** – v tomto uzlu je zadán činný výkon a absolutní hodnota napětí. Počítáme jalový výkon potřebný k udržení potřebné hodnoty napětí.

Při praktických výpočtech vystačíme s volbou základních tří kombinací uzlů:

- jeden uzel bilanční,
- k uzlů odběrových (zdrojových),
- $n-k-1$ uzel regulační.

Přesný výpočet soustavy rovnic (2.7) je velmi obtížný. Proto se používají k výpočtům iterační metody. Rychlost konvergence závisí na konfiguraci sítě a zvolené metodě. Každá metoda konverguje jinak. V následující kapitole si představíme tu nejpoužívanější a to je Newtonova iterační metoda.

2.4 Newtonova iterační metoda

Mějme soustavu nelineárních rovnic.

$$\begin{aligned} f_1(x_1, x_2, \dots, x_n) &= y_1 \\ f_2(x_1, x_2, \dots, x_n) &= y_2 \\ &\cdot \\ f_n(x_1, x_2, \dots, x_n) &= y_n \end{aligned} \quad (2.8)$$

Při řešení nejprve provedeme odhad kořenů v nulové iteraci $x_1^{(0)}, x_2^{(0)}, \dots, x_n^{(0)}$. Odhadované kořeny se od přesné hodnoty liší o $\Delta x_1, \Delta x_2, \dots, \Delta x_n$. Přesná hodnota kořenů je tedy:

$$\begin{aligned} x_1 &= x_1^{(0)} + \Delta x_1 \\ x_2 &= x_2^{(0)} + \Delta x_2 \\ &\cdot \\ x_n &= x_n^{(0)} + \Delta x_n \end{aligned} \quad (2.9)$$

Soustava rovnic (2.8) pak přejde do tvaru:

$$\begin{aligned} f_1(x_1^{(0)} + \Delta x_1, x_2^{(0)} + \Delta x_2, \dots, x_n^{(0)} + \Delta x_n) &= y_1 \\ f_2(x_1^{(0)} + \Delta x_1, x_2^{(0)} + \Delta x_2, \dots, x_n^{(0)} + \Delta x_n) &= y_2 \\ &\cdot \\ f_n(x_1^{(0)} + \Delta x_1, x_2^{(0)} + \Delta x_2, \dots, x_n^{(0)} + \Delta x_n) &= y_n \end{aligned} \quad (2.10)$$

Jednotlivé rovnice soustavy můžeme rozepsat Taylorovou řadou.

$$f_1(x_1^{(0)}, x_2^{(0)}, \dots, x_n^{(0)}) + \left. \frac{\partial f_1}{\partial x_1} \right|_0 \Delta x_1 + \left. \frac{\partial f_1}{\partial x_2} \right|_0 \Delta x_2 + \dots + \left. \frac{\partial f_1}{\partial x_n} \right|_0 \Delta x_n + \Phi_1 = y_1 \quad (2.11)$$

Kde : $\left. \frac{\partial f_1}{\partial x_1} \right|_0$ je hodnota parciální derivace v bodě $x_1^{(0)}$,

Φ_1 zahrnuje členy s vyššími mocninami $\Delta x_1, \dots, \Delta x_n$ a druhé a vyšší derivace funkce f_1 .

Pokud jsou odhady kořenů blízké přesné hodnotě, pak jsou difference Δx_i malé a všechny členy s vyššími mocninami Δx_i můžeme zanedbat.

Onačíme-li výraz $f_1(x_1^{(0)}, x_2^{(0)}, \dots, x_n^{(0)}) = y_1^{(0)}$, pak lze rovnici (2.11) přepsat na tvar:

$$\left. \frac{\partial f_1}{\partial x_1} \right|_0 \Delta x_1 + \left. \frac{\partial f_1}{\partial x_2} \right|_0 \Delta x_2 + \dots + \left. \frac{\partial f_1}{\partial x_n} \right|_0 \Delta x_n = y_1 - y_1^{(0)} = \Delta y_1^{(0)} \quad (2.12)$$

Takto můžeme upravit všechny rovnice a dostaneme soustavu lineárních rovnic pro výpočet diferencí $\Delta x_1, \Delta x_2, \dots, \Delta x_n$. Tu lze zapsat v maticovém tvaru následovně:

$$\begin{bmatrix} \left. \frac{\partial f_1}{\partial x_1} \right|_0 & \left. \frac{\partial f_1}{\partial x_2} \right|_0 & \dots & \left. \frac{\partial f_1}{\partial x_n} \right|_0 \\ \left. \frac{\partial f_2}{\partial x_1} \right|_0 & \left. \frac{\partial f_2}{\partial x_2} \right|_0 & \dots & \left. \frac{\partial f_2}{\partial x_n} \right|_0 \\ \vdots & & & \vdots \\ \left. \frac{\partial f_n}{\partial x_1} \right|_0 & \left. \frac{\partial f_n}{\partial x_2} \right|_0 & \dots & \left. \frac{\partial f_n}{\partial x_n} \right|_0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta x_1 \\ \Delta x_2 \\ \vdots \\ \Delta x_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta y_1^{(0)} \\ \Delta y_2^{(0)} \\ \vdots \\ \Delta y_n^{(0)} \end{bmatrix} \quad (2.13)$$

$$[J] \cdot [\Delta x] = [\Delta y] \quad (2.14)$$

Kde je matice $[J]$ parciálních derivací tzv. Jacobián. Z této soustavy vypočítáme hledané difference a určíme nové (opravené hodnoty kořenů), které použijeme v dalším kroku iterace.

$$x_i^{(1)} = x_i^{(0)} + \Delta x_i \quad (2.15)$$

Toto postupné zpřesňování kořenů můžeme zapsat jako:

$$x_i^{(k+1)} = x_i^{(k)} + \Delta x_i^{(k)} \quad (2.16)$$

Toto zpřesňování opakujeme do té doby, než dosáhneme požadované přesnosti výsledku.

Tuto integrační metodu si nyní aplikujeme na rovnice popisující ustálený chod sítě.

$$P_i - j \cdot Q_i = \bar{U}_i^* \sum_{j=1}^n \bar{Y}_{ij} \cdot \bar{U}_j \quad (2.17)$$

Jednotlivé prvky si můžeme rozepsat v komplexním tvaru:

$$\bar{U}_i = U_i \angle \delta_i, \bar{U}_i^* = U_i \angle -\delta_i, \bar{Y}_{ij} = Y_{ij} \angle \alpha_{ij} \quad (2.18)$$

Dosazením rovnic (2.18) do (2.17) dostaneme:

$$P_i = \sum_{j=1}^n U_i \cdot U_j \cdot Y_{ij} \cdot \cos(\delta_i - \delta_j - \alpha_{ij}) \quad (2.19)$$

$$Q_i = \sum_{j=1}^n U_i \cdot U_j \cdot Y_{ij} \cdot \sin(\delta_i - \delta_j - \alpha_{ij})$$

Předpokládejme, že ve všech uzlech jsou známy dodávané nebo odebírané výkony kromě uzlu bilančního, kde je zadáno napětí a jeho úhel. Pro iterační výpočet diferencí ΔU_i a $\Delta \delta_i$ dostáváme soustavu:

$$\begin{bmatrix} \Delta P_2 \\ \Delta P_3 \\ \vdots \\ \Delta P_n \\ \hline \Delta Q_2 \\ \Delta Q_3 \\ \vdots \\ \Delta Q_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial P_2}{\partial U_2} & \frac{\partial P_2}{\partial U_3} & \cdots & \frac{\partial P_2}{\partial U_n} & \frac{\partial P_2}{\partial \delta_2} & \frac{\partial P_2}{\partial \delta_3} & \cdots & \frac{\partial P_2}{\partial \delta_n} \\ \frac{\partial P_3}{\partial U_2} & \frac{\partial P_3}{\partial U_3} & \cdots & \frac{\partial P_3}{\partial U_n} & \frac{\partial P_3}{\partial \delta_2} & \frac{\partial P_3}{\partial \delta_3} & \cdots & \frac{\partial P_3}{\partial \delta_n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ \frac{\partial P_n}{\partial U_2} & \frac{\partial P_n}{\partial U_3} & \cdots & \frac{\partial P_n}{\partial U_n} & \frac{\partial P_n}{\partial \delta_2} & \frac{\partial P_n}{\partial \delta_3} & \cdots & \frac{\partial P_n}{\partial \delta_n} \\ \hline \frac{\partial Q_2}{\partial U_2} & \frac{\partial Q_2}{\partial U_3} & \cdots & \frac{\partial Q_2}{\partial U_n} & \frac{\partial Q_2}{\partial \delta_2} & \frac{\partial Q_2}{\partial \delta_3} & \cdots & \frac{\partial Q_2}{\partial \delta_n} \\ \frac{\partial Q_3}{\partial U_2} & \frac{\partial Q_3}{\partial U_3} & \cdots & \frac{\partial Q_3}{\partial U_n} & \frac{\partial Q_3}{\partial \delta_2} & \frac{\partial Q_3}{\partial \delta_3} & \cdots & \frac{\partial Q_3}{\partial \delta_n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ \frac{\partial Q_n}{\partial U_2} & \frac{\partial Q_n}{\partial U_3} & \cdots & \frac{\partial Q_n}{\partial U_n} & \frac{\partial Q_n}{\partial \delta_2} & \frac{\partial Q_n}{\partial \delta_3} & \cdots & \frac{\partial Q_n}{\partial \delta_n} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta U_2 \\ \Delta U_3 \\ \vdots \\ \Delta U_n \\ \hline \Delta \delta_2 \\ \Delta \delta_3 \\ \vdots \\ \Delta \delta_n \end{bmatrix} \quad (2.20)$$

$$\begin{bmatrix} [\Delta P] \\ [\Delta Q] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \left[\frac{\partial P}{\partial U} \right] & \left[\frac{\partial P}{\partial \delta} \right] \\ \left[\frac{\partial Q}{\partial U} \right] & \left[\frac{\partial Q}{\partial \delta} \right] \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} [\Delta U] \\ [\Delta \delta] \end{bmatrix} \quad (2.21)$$

2.4.1 Výpočet prvků Jacobiánu

2.4.1.1 Prvky matice $[\partial P/\partial U]$

Diagonální prvky:

$$\frac{\partial P_i}{\partial U_i} = 2 \cdot U_i \cdot Y_{ii} \cdot \cos \alpha_{ii} + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n U_j \cdot Y_{ij} \cdot \cos(\delta_i - \delta_j - \alpha_{ij}) \quad (2.22)$$

Mimodiagonální prvky:

$$\frac{\partial P_i}{\partial U_j} = U_i \cdot Y_{ij} \cdot \cos(\delta_i - \delta_j - \alpha_{ij}) \quad (2.23)$$

2.4.1.2 Prvky matice $[\partial P/\partial \delta]$

Diagonální prvky:

$$\frac{\partial P_i}{\partial \delta_i} = - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n U_i \cdot U_j \cdot Y_{ij} \cdot \sin(\delta_i - \delta_j - \alpha_{ij}) \quad (2.24)$$

Mimodiagonální prvky:

$$\frac{\partial P_i}{\partial \delta_j} = U_i \cdot U_j \cdot Y_{ij} \cdot \sin(\delta_i - \delta_j - \alpha_{ij}) \quad (2.25)$$

2.4.1.3 Prvky matice $[\partial Q/\partial U]$

Diagonální prvky:

$$\frac{\partial Q_i}{\partial U_i} = -2 \cdot U_i \cdot Y_{ii} \cdot \sin \alpha_{ii} + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n U_j \cdot Y_{ij} \cdot \sin(\delta_i - \delta_j - \alpha_{ij}) \quad (2.26)$$

Mimodiagonální prvky:

$$\frac{\partial Q_i}{\partial U_j} = U_i \cdot Y_{ij} \cdot \sin(\delta_i - \delta_j - \alpha_{ij}) \quad (2.27)$$

2.4.1.4 Prvky matice $[\partial Q / \partial \delta]$

Diagonální prvky:

$$\frac{\partial Q_i}{\partial \delta_i} = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n U_i \cdot U_j \cdot Y_{ij} \cdot \cos(\delta_i - \delta_j - \alpha_{ij}) \quad (2.28)$$

Mimodiagonální prvky:

$$\frac{\partial Q_i}{\partial \delta_j} = -U_i \cdot U_j \cdot Y_{ij} \cdot \cos(\delta_i - \delta_j - \alpha_{ij}) \quad (2.29)$$

3 PROGRAM PAS-DAISY OFF LINE

3.1 Modul LFOFF pro výpočet ustáleného chodu sítě

Programem LFOFF se počítá ustálený chod sítě a je optimalizován pro sítě 110kV rajoních dispečinků. Jeho základním cílem je poskytnout provozním pracovníkům přehled o současném stavu elektrické sítě. Rovněž umožňuje porovnávat jednotlivé provozní varianty s ohledem na minimalizaci ztrát.

3.1.1 Výpočetní metoda a předpoklady výpočtu

Výpočet probíhá Newton-Raphsonovou iterační metodou (Newtonovou) čímž je zajištěna rychlá konvergence výpočtu. Podle požadované přesnosti výpočtu a stavu sítě končí výpočet obvykle 3 až 6 iterací. Výpočet probíhá samostatně pro každou samostatnou uzlovou soustavu v síti.

Základním pojmem pro výpočet je uzel. Za něj je považován buď základní, samostatně pracující úsek přípojnice, nebo několik úseků navzájem spojených spínači přípojnic. Uzly se dělí na odběrové, meziodborové a napájecí.

Odběrový uzel obsahuje vždy odběry činného a jalového výkonu. Může být i zadána závislost odběru na napětí, případně i tabulka časových průběhů odběrů.

U napájecích uzlů se při výpočtu kontroluje velikost potřebné dodávky jalového výkonu v uzlu. Pokud nutná dodávka překročí zadané meze (Q_{\min} , Q_{\max}) je uzel přerážen do odběrových.

Vztažný uzel je napájecí uzel, zvolený jako referenční pro celý výpočet. Pokud je v uzlové soustavě několik napájecích uzlů, program volí za referenční ten s největším napětím, nebo s největším možným rozsahem regulace jalového výkonu. V tomto uzlu je vždy udržováno konstantní napětí.

Meziodborový uzel je definován pro odběry podél vedení. Pro zjednodušení zadávání dat i výpočtu je definován instalovaným výkonem odběrového transformátoru a jeho pozicí

3.1.2 Vstupní data

Modul využívá výhradně data v databázi VF-DAISY. Jedinou výjimku tvoří údaje o některých parametrech výpočtu, které jsou uloženy v souboru LFOFF.CFG. Data se z tohoto souboru načítají při každém výpočtu.

Hodnoty konstantní – do této skupiny patří veškeré údaje o konfiguraci a parametrech vedení a transformátorů. Tyto hodnoty může měnit pouze obsluha, program z nich pouze čte.

Hodnoty vstupní – do této skupiny patří výkony v uzlech a zadaná napětí.

3.2 Modul ZKOFF pro výpočet zkratových poměrů sítě

Modul ZKOFF je určen pro výpočet zkratových poměrů v elektrických sítích. Jeho základním cílem je poskytnout provozním pracovníkům přehled o současném stavu sítě a nástroj umožňující ověřovat přípustnost zásahů do provozní sítě.

3.2.1 Výpočetní metoda

Výpočet probíhá metodou souměrných složek. Pro jednotlivé složkové soustavy se sestaví impedanční matice, které se triangularizují a připraví se transformační vektor pro zpětný chod. S pomocí těchto matic se pro každý požadovaný uzel sítě provede pouze zpětný chod a určí se složková napětí v soustavě a z nich zkratové poměry. Vypočtené hodnoty jsou pro $t = 0$.

4 ZKRATY V ELEKTRIZAČNÍ SOUSTAVĚ

Zkratem se rozumí chybné vodivé spojení mezi jednotlivými fázemi ES, popřípadě mezi některou fází a zemí v soustavě účinně uzemněné. Impedance tohoto spojení může být téměř rovna nule při kovovém dotyku (*dokonalý zkrat*), nebo může být značná při spojení obloukem. Za zkrat lze tedy považovat všechna spojení, která musí být ihned odpojena ochranou.

Kdyby vedení, transformátory, generátory a ostatní části ES neměli žádný odpor, pak by zkratovým obvodem protékal podle Ohmova zákona proud nekonečně velký. Ve skutečnosti je však ve zkratovém obvodu vždy zařazen určitý odpor, který se skládá z vnitřních impedancí generátorů a transformátorů, z impedance vedení a z přechodových odporů jak na spojích, tak i v místě zkratu samém. Zkratový proud tedy dosáhne nějaké konečné hodnoty.

Hlavními příčinami zkratů bývají poruchy izolace způsobené přepětím, přímým úderem blesku, zestárnutím izolačních materiálů a přímým poškozením venkovních vedení a kabelů.

4.1 Dělení zkratů

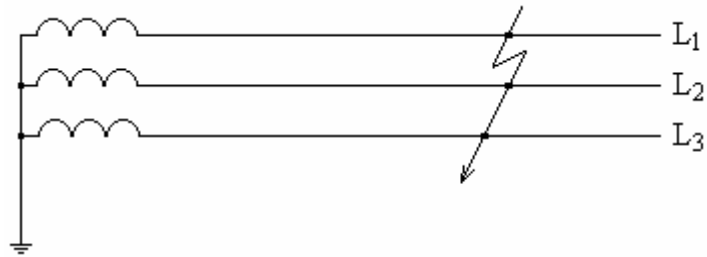
Podle přechodového odporu v místě poruchy mezi krajními vodiči nebo zemí rozeznáváme:

- **zkratky dokonalé (kovové)** se zanedbatelným přechodovým odporem,
- **zkratky nedokonalé** s hořícím obloukem nebo jinak nedokonalým stykem vodičů.

Podle způsobu zatěžování třífázových zdrojů při zkratech rozeznáváme:

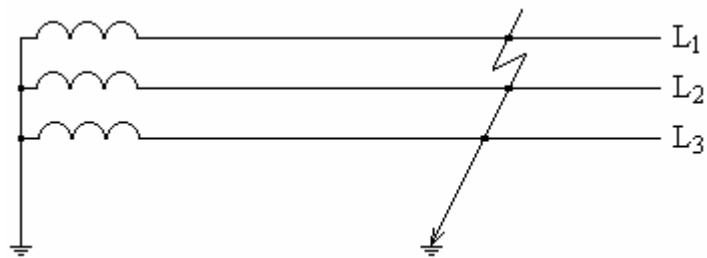
- **zkratky souměrné:**
 - trojfázové
 - trojfázové zemní
- **zkratky nesouměrné**
 - dvoufázové
 - dvoufázové zemní
 - jednofázové

Trojfázový zkrat nastane při spojení všech tří fází v jednom místě.



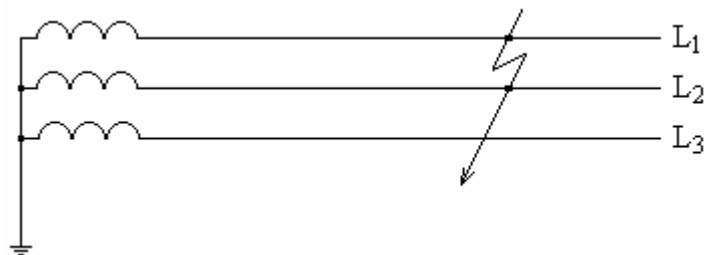
Obr. 4-1 Trojfázový zkrat

Trojfázový zemní zkrat nastane při spojení všech tří fází v jednom místě a jejich současném spojení se zemí.



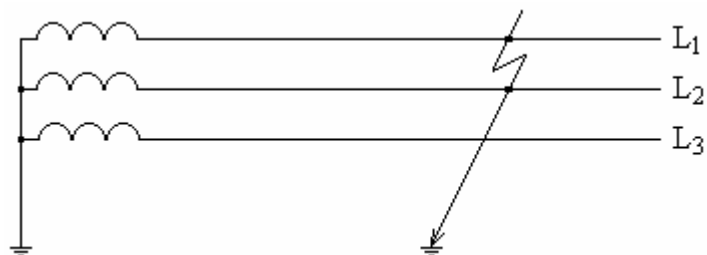
Obr. 4-2 Trojfázový zemní zkrat

Dvoufázový zkrat nastane při spojení kterýchkoli dvou fází trojfázové soustavy v jednom místě.



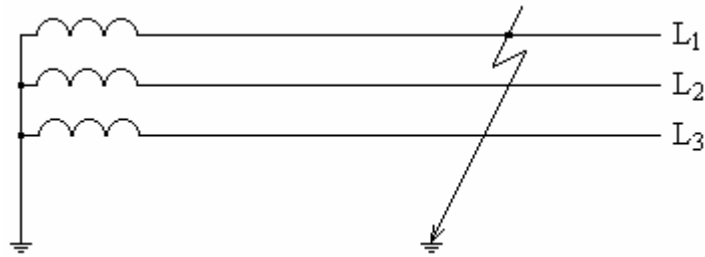
Obr. 4-3 Dvoufázový zkrat

Dvoufázový zemní zkrat nastane, jsou-li dvě spojené fáze současně spojeny se zemí.



Obr. 4-4 Dvoufázový zemní zkrat

Jednofázový zkrat nastane, dojde-li ke spojení kterékoliv fáze se zemí v síti účinně uzemněné.



Obr. 4-5 Jednofázový zkrat

4.2 Charakteristické hodnoty zkratového proudu

V průběhu zkratového proudu se při jeho výpočtu zajímáme o dále uvedené hodnoty, neboť jsou ve většině případů postačující pro dimenzování elektrických zařízení s ohledem na účinky zkratových proudů. Jsou to tyto hodnoty:

Počáteční rázový zkratový proud I_k'' [kA] je efektivní hodnota střídavého zkratového proudu v okamžiku vzniku zkratu. Jeho hodnota má rozhodující vliv při volbě velikosti vypínačů a jističů v elektrickém zařízení. Počáteční rázový zkratový proud pro trojfázový se vypočítá podle vztahu (4.1) a pro jednofázový zkrat podle (4.2).

$$I_k'' = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot |Z_k|} \quad (4.1)$$

$$I_{k1}'' = \frac{\sqrt{3} \cdot c \cdot U_n}{Z_{(1)} + Z_{(2)} + Z_{(0)}} \quad (4.2)$$

Kde je:

- c napěťový součinitel,
- U_n sdružené jmenovité napětí v místě zkratu,
- Z_k celková vypočtená impedance zkratového obvodu,
- $Z_{(1)}$ sousledná impedance zkratového obvodu,
- $Z_{(2)}$ zpětná impedance zkratového obvodu,
- $Z_{(0)}$ netočivá impedance zkratového obvodu.

Nárazový zkratový proud I_{km} [kA] je největší vrcholová hodnota zkratového proudu, která nastává při prvním maximu v čase $t = 0,01$ s po vzniku zkratu. Je směrodatný pro určení mechanického namáhání částí zkratového obvodu.

$$I_{km} = i_k(0,01) = \sqrt{2} \cdot \left[I_k'' e^{-\frac{0,01}{\tau_s}} + (I_k'' - I_k') e^{-\frac{0,01}{\tau_d}} + (I_k' - I_k) e^{-\frac{0,01}{\tau_d'}} + I_k \right] \quad (4.3)$$

Vypínací zkratový proud I_{vyp} [kA] rozumí se jím zkratový proud v okamžiku vypínání zkratu vypínačem, tedy za vypínací čas t . Této hodnoty používáme v některých případech pro určení velikosti vypínačů. Udává se vždy v efektivní hodnotě.

$$I_{vyp} = (I_k'' - I_k') e^{-\frac{t}{\tau_d''}} + (I_k' - I_k) e^{-\frac{t}{\tau_d'}} + I_k. \quad (4.4)$$

Ekvivalentní oteplovací zkratový proud I_{ke} [kA] je směrodatný pro stanovení tepelného namáhání elektrického zařízení zkratovým proudem. Udává se v efektivní hodnotě. Je-li okamžitá hodnota zkratového proudu i_k , pak je teplo vyvinuté zkratovým proudem na odporu R za dobu trvání zkratu t_k .

$$Q = R \cdot \int_0^{t_k} i_k^2 \cdot dt \quad (4.5)$$

Amplituda proudu i_k klesá exponenciálně. Můžeme si představit, že tento proměnný proud i_k nahradíme fiktivním proudem I_{ke} , který se po dobu trvání zkratu nemění a vyvine za stejnou dobu stejné množství tepla jako proud i_k . Teplo vyvinuté tímto proudem je tedy

$$Q = R \cdot I_{ke}^2 \cdot t_k \quad (4.6)$$

Z rovnic (4.5) a (4.6) pak plyne:

$$I_{ke} = \sqrt{\frac{1}{t_k} \int_0^{t_k} i_k^2 dt} \quad (4.7)$$

Při praktických výpočtech se stanoví z počátečního rázového zkratového proudu I_k'' pomocí koeficientu k_e , který je v normě pro různá místa zkratu a různé doby trvání.

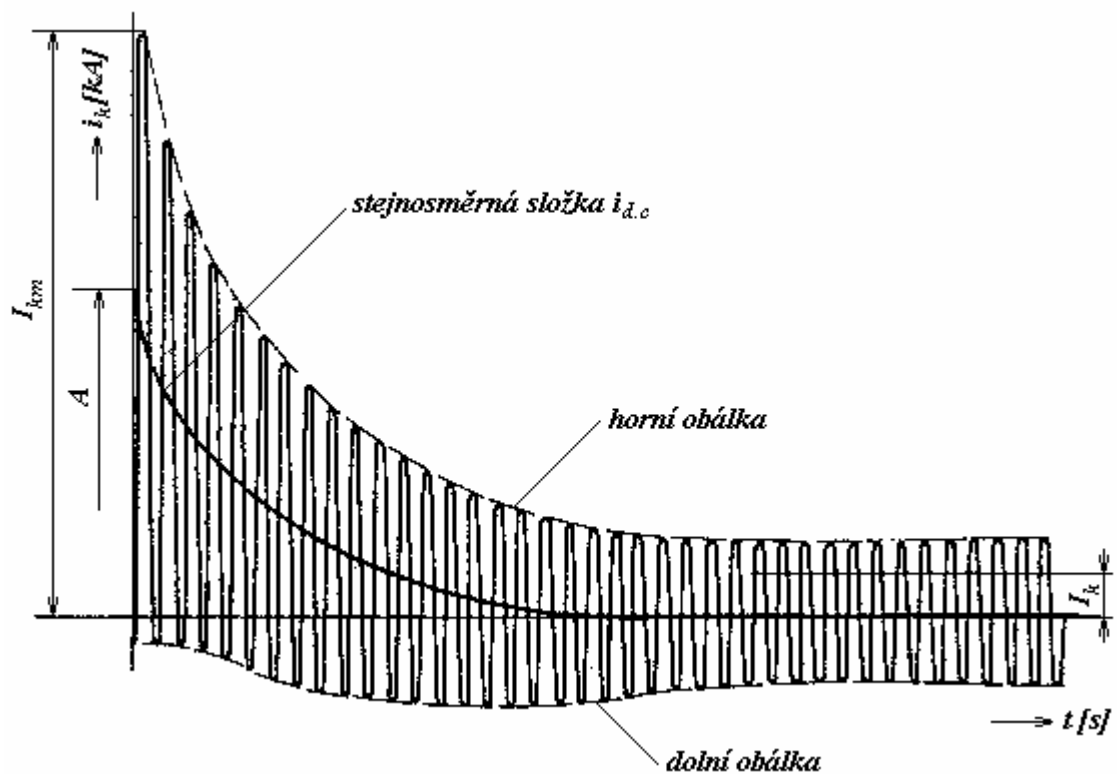
$$I_{ke} = k_e \cdot I_k'' \quad (4.8)$$

Ustálený zkratový proud I_k [kA] je efektivní hodnota souměrného zkratového proudu po vymizení jeho rázové a přechodné složky. Jeho hodnota už dnes není vzhledem ke krátkým vypínacím časům vypínačů tak zajímavá, neboť zkrat je obvykle odepnut dříve, než zkratový proud dosáhne ustálené hodnoty.

4.3 Průběh zkratového proudu

Při každém zkratu, bez ohledu na příčinu, která ho vyvolala, jde o přechod z normálního stavu na stav poruchový, to je přechod z normálního proudu na ustálený proud zkratový. Tento přechod se neděje skokem v jediném okamžiku. Odehrává se tu významné změny elektrického stavu, které trvají určitou dobu, jež je závislá na velikosti elektromagnetické energie ve zkratovém obvodu. Po tuto dobu se nemění proud jen podle periodicky probíhajících funkcí, nýbrž se tu vyskytují i vyrovnávací proudy, které tento přechod zprostředkují.

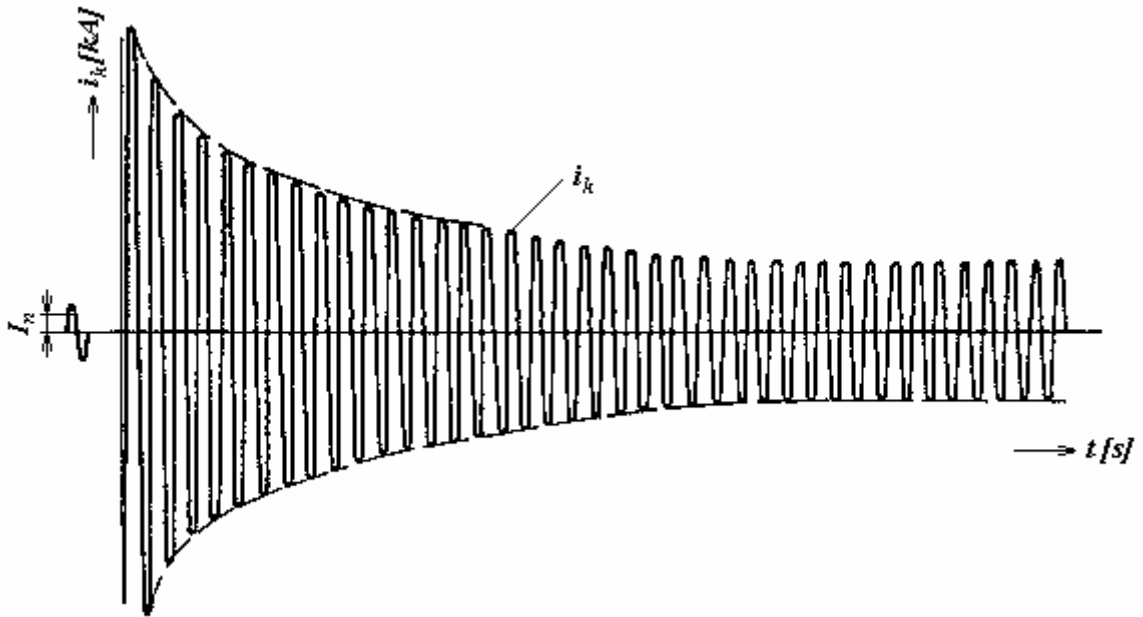
Obecný průběh zkratového proudu je na obr. 4-6. Vidíme že se jedná o nesouměrný zkratový proud. Ten se skládá ze stejnosměrné složky $i_{d.c.}$, která z časem klesá a ze souměrného zkratového proudu, který kolem stejnosměrné složky kmitá průmyslovým kmitočtem.



Obr.4-6 Průběh nesouměrného zkratového proudu

Kde I_{km} je nárazový zkratový proud, I_k ustálený zkratový proud a A je počáteční hodnota stejnosměrné složky.

Souměrný zkratový proud je vyznačena na obr.4-7. Je souměrný podle osy času, a nazývá se proto *souměrným zkratovým proudem*. Kmitá průmyslovým kmitočtem. Stejný průběh má zkratový proud ve fázi, ve které nevznikla stejnosměrná složka.



Obr. 4-7 Průběh souměrného zkratového proudu

4.4 Řešení zkratů metodou souměrných složek

Uvažujeme symetrickou trojfázovou soustavu s alternátorem jako zdrojem napětí sousledné složkové soustavy. Obvod zahrnuje impedanci složenou z impedance alternátoru a impedance vnější části obvodu.

$$\begin{aligned}\bar{U}_R &= \bar{U}_0 + \bar{U}_1 + \bar{U}_2 \\ \bar{U}_S &= \bar{U}_0 + \bar{a}^2 \cdot \bar{U}_1 + \bar{a} \cdot \bar{U}_2 \\ \bar{U}_T &= \bar{U}_0 + \bar{a} \cdot \bar{U}_1 + \bar{a}^2 \cdot \bar{U}_2\end{aligned}\quad (4.9)$$

$$\begin{aligned}\bar{I}_R &= \bar{I}_0 + \bar{I}_1 + \bar{I}_2 \\ \bar{I}_S &= \bar{I}_0 + \bar{a}^2 \cdot \bar{I}_1 + \bar{a} \cdot \bar{I}_2 \\ \bar{I}_T &= \bar{I}_0 + \bar{a} \cdot \bar{I}_1 + \bar{a}^2 \cdot \bar{I}_2\end{aligned}\quad (4.10)$$

$$\begin{aligned}\bar{U}_0 &= \frac{1}{3} \cdot (\bar{U}_R + \bar{U}_S + \bar{U}_T) \\ \bar{U}_1 &= \frac{1}{3} \cdot (\bar{U}_R + \bar{a} \cdot \bar{U}_S + \bar{a}^2 \cdot \bar{U}_T) \\ \bar{U}_2 &= \frac{1}{3} \cdot (\bar{U}_R + \bar{a}^2 \cdot \bar{U}_S + \bar{a} \cdot \bar{U}_T)\end{aligned}\quad (4.11)$$

$$\begin{aligned}
\bar{I}_0 &= \frac{1}{3} \cdot (\bar{I}_R + \bar{I}_S + \bar{I}_T) \\
\bar{I}_1 &= \frac{1}{3} \cdot (\bar{I}_R + \bar{a} \cdot \bar{I}_S + \bar{a}^{-2} \cdot \bar{I}_T) \\
\bar{I}_2 &= \frac{1}{3} \cdot (\bar{I}_R + \bar{a}^{-2} \cdot \bar{I}_S + \bar{a} \cdot \bar{I}_T)
\end{aligned} \tag{4.12}$$

Kde indexy 0, 1, 2 označují netočivou, souslednou, zpětnou soustavu a \bar{a} je jednotkový fázor natočení.

$$\begin{aligned}
\bar{a} &= -\frac{1}{2} + j \frac{\sqrt{3}}{2} \\
\bar{a}^{-2} &= -\frac{1}{2} - j \frac{\sqrt{3}}{2} \\
1 + \bar{a} + \bar{a}^{-2} &= 0
\end{aligned} \tag{4.13}$$

Pro vnitřní napětí alternátoru platí:

$$\begin{aligned}
\bar{E}_1 &= \bar{U}_1 + \bar{I}_1 \cdot \bar{Z}_1 \\
\bar{E}_2 &= \bar{U}_2 + \bar{I}_2 \cdot \bar{Z}_2 \\
\bar{E}_0 &= \bar{U}_0 + \bar{I}_0 \cdot \bar{Z}_0
\end{aligned} \tag{4.14}$$

Protože je alternátor zdrojem jen sousledné složky napětí, tak platí:

$$\begin{aligned}
\bar{U}_f &= \bar{U}_1 + \bar{I}_1 \cdot \bar{Z}_1 \\
\bar{U}_2 &= -\bar{I}_2 \cdot \bar{Z}_2 \\
\bar{U}_0 &= -\bar{I}_0 \cdot \bar{Z}_0
\end{aligned} \tag{4.15}$$

4.4.1 Jednofázový zkrat

Předpokládáme $\bar{U}_R = 0$, $\bar{I}_S = \bar{I}_T = 0$.

Potom můžeme psát:

$$\begin{aligned}
\bar{U}_R &= \bar{U}_0 + \bar{U}_1 + \bar{U}_2 = 0 \\
\bar{I}_S &= \bar{I}_0 + \bar{a}^{-2} \cdot \bar{I}_1 + \bar{a} \cdot \bar{I}_2 = 0 \\
\bar{I}_T &= \bar{I}_0 + \bar{a} \cdot \bar{I}_1 + \bar{a}^{-2} \cdot \bar{I}_2 = 0
\end{aligned} \tag{4.16}$$

Z toho vyplývá:

$$\begin{aligned}\bar{I}_0 + \bar{a}^2 \cdot \bar{I}_1 + \bar{a} \cdot \bar{I}_2 &= \bar{I}_0 + \bar{a} \cdot \bar{I}_1 + \bar{a}^2 \cdot \bar{I}_2 \\ (\bar{a} - \bar{a}^2) \cdot \bar{I}_1 &= (\bar{a} - \bar{a}^2) \cdot \bar{I}_2 \\ \bar{I}_1 &= \bar{I}_2\end{aligned}\quad (4.17)$$

Pokud toto dosadíme do (4.10) dostaneme:

$$\bar{I}_0 = \bar{I}_1 = \bar{I}_2 = \frac{1}{3} \cdot \bar{I}_R \quad (4.18)$$

Potom:

$$\begin{aligned}\bar{U}_f &= \bar{U}_1 + \bar{I}_1 \cdot \bar{Z}_1 \\ \bar{U}_2 &= -\bar{I}_1 \cdot \bar{Z}_2 \\ \bar{U}_0 &= -\bar{I}_1 \cdot \bar{Z}_0\end{aligned}\quad (4.19)$$

Dosadíme-li (4.19) do (4.16), tak:

$$\bar{U}_R = -\bar{I}_1 \cdot \bar{Z}_0 + \bar{U}_f - \bar{I}_1 \cdot \bar{Z}_1 - \bar{I}_1 \cdot \bar{Z}_2 = 0 \quad (4.20)$$

Po úpravě pak:

$$\bar{I}_1 = \frac{\bar{U}_f}{\bar{Z}_0 + \bar{Z}_1 + \bar{Z}_2} \quad (4.21)$$

Dosazením do (4.18).

$$\bar{I}_R = \frac{3 \cdot \bar{U}_f}{\bar{Z}_0 + \bar{Z}_1 + \bar{Z}_2} \quad (4.22)$$

4.4.2 Trojfázový zemní zkrat

Při trojfázovém zemním zkratu uvažujeme že $\bar{U}_R = \bar{U}_S = \bar{U}_T = 0$. Dosadíme-li tuto podmínku do (4.9), dostaneme:

$$\begin{aligned}\bar{U}_R &= \bar{U}_0 + \bar{U}_1 + \bar{U}_2 = 0 \\ \bar{U}_S &= \bar{U}_0 + \bar{a}^2 \cdot \bar{U}_1 + \bar{a} \cdot \bar{U}_2 = 0 \\ \bar{U}_T &= \bar{U}_0 + \bar{a} \cdot \bar{U}_1 + \bar{a}^2 \cdot \bar{U}_2 = 0\end{aligned}\quad (4.23)$$

$$\begin{aligned}\bar{U}_0 + \bar{a}^{-2} \cdot \bar{U}_1 + \bar{a} \cdot \bar{U}_2 &= \bar{U}_0 + \bar{a} \cdot \bar{U}_1 + \bar{a}^{-2} \cdot \bar{U}_2 \\ \bar{U}_1 \cdot (\bar{a}^{-2} - \bar{a}) &= \bar{U}_2 \cdot (\bar{a}^{-2} - \bar{a}) \\ \bar{U}_1 &= \bar{U}_2\end{aligned}\tag{4.24}$$

$$\begin{aligned}\bar{U}_0 + \bar{a}^{-2} \cdot \bar{U}_1 + \bar{a} \cdot \bar{U}_1 &= 0 \\ \bar{U}_0 + \bar{U}_1 \cdot (\bar{a}^{-2} + \bar{a}) &= 0 \\ \bar{U}_0 &= \bar{U}_1\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{U}_R = \bar{U}_0 + \bar{U}_1 + \bar{U}_2 &= 0 \\ 3 \cdot \bar{U}_1 &= 0 \\ \bar{U}_1 &= 0\end{aligned}\tag{4.25}$$

$$\bar{U}_0 = \bar{U}_1 = \bar{U}_2 = 0\tag{4.26}$$

Po dosazení do (4.15) dostaneme:

$$I_1 = \frac{U_f}{Z_1}, I_2 = 0, I_0 = 0\tag{4.27}$$

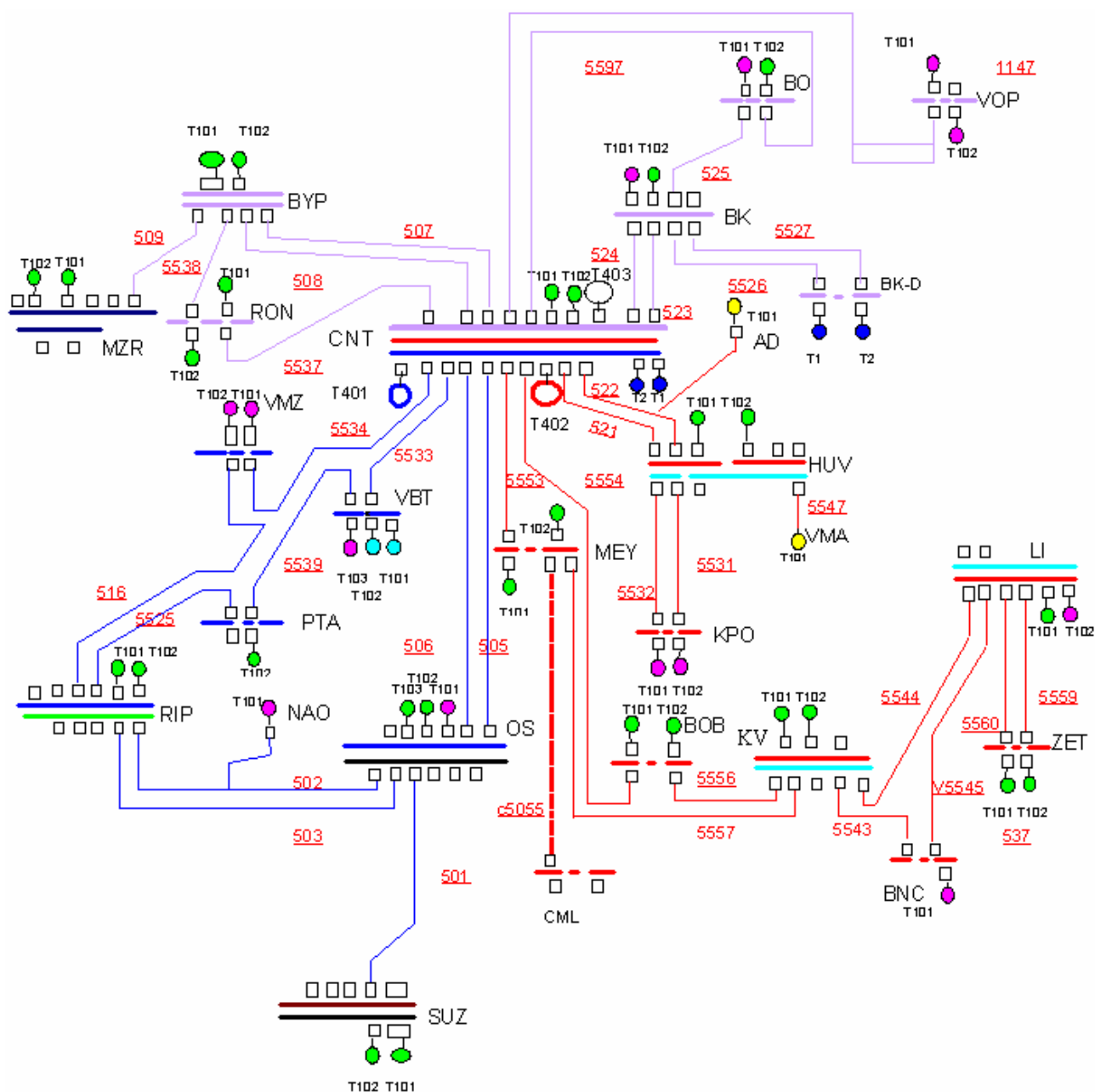
$$\bar{I}_R = \frac{U_f}{Z_1}, \bar{I}_S = \bar{a}^{-2} \cdot \frac{U_f}{Z_1}, \bar{I}_T = \bar{a} \cdot \frac{U_f}{Z_1}\tag{4.28}$$

5 ŘEŠENÍ CHODU SÍTĚ 110kV V OBLASTI ČEBÍNA

5.1 Výpočet ustáleného chodu sítě pro stávající provozní stav

Elektrická síť 110kV E.on východ (schéma viz. příloha A) je rozdělena do několika vzájemně oddělených oblastí. Z důvodů zvýšení spolehlivosti dodávky elektrické energie jsou vedení v těchto oblastech zkruhována.

Rozvodna Čebín je propojena s nadřazenou soustavou 400kV pomocí vedení V434 (Čebín – Slavětice), V422 (Čebín – Mírovka) a V423 (Čebín – Sokolnice). Dále jsou zde instalovány tři transformátory 400/110kV, konkrétně se jedná o T401 (350MVA), T402 (350MVA) a T403(250MVA).



Obr. 5-1 Elektrická síť 110kV v oblasti Čebína

Transformátor T401 napájí Velké Meziříčí (VMZ), Říčov (RIP), Ptáčov (PTA), Velkou Bíteš (VBT), Náměšť nad Oslavou (NAO) a Oslavany (OS). Do této části sítě pracuje vodní elektrárna Mohelno, která je nedílnou součástí vodního díla Dalešice a je schopna dodat výkon až 1,8MW. Rozvodna OS je propojena s rozvodnou Suchohrdly u Znojma (SUZ) pomocí vedení V501, které slouží jako záloha v případě potřeby propojení těchto dvou oblastí. V normálním provozním stavu je V501 odpojeno.

Transformátor T402 napájí ADAŠT v Adamově (AD) a Brno Medlánky (MEY), Bohunice (BOB), Komárov (KV), Černovice (BNC), Líšeň (LI), Zetor (ZET), Královo pole (KPO), Husovice (HUV), Výtopnu v Maloměřicích (VMA). Do této části sítě pracují vodní elektrárny Vír 1 a Vír 2, které jsou schopny dohromady dodat výkon až 7,8MW.

Transformátor T403 napájí Bystřici pod Perštýnem (BYP), Dolní Rožínku (RON), Blansko + ČD (BK + BK-D), Boskovice (BO) a Velké Opatovice (VOP). V této oblasti se nacházejí teplárna Kyjov (23MW), elektrárna Veselí na Moravě (0,28MW) a elektrárna Hodonín (52,5MW). Rozvodna BYP je s rozvodnou Žďár nad Sázavou (MZR) propojena pomocí vedení V509, které má stejný význam jako vedení V501.

Nyní, když jsme si popsali oblast Čebína, můžeme přejít k jádru práce. V této části budeme pro stávající provozní stav řešit ustálený chod sítě pomocí programu Pas – Daisy – Off line. Jedná se o velmi jednoduchý program co se ovládání týče. V horní části okna je umístěna lišta nástrojů, na které se nacházejí všechny potřebné ovládací prvky. Zbývající část okna je tvořena grafickým prostředím, ve kterém se provádějí manipulace s prvky sítě pomocí myši. Pro zajímavost je v **příloze C** uveden náhled pracovního prostředí tohoto programu.

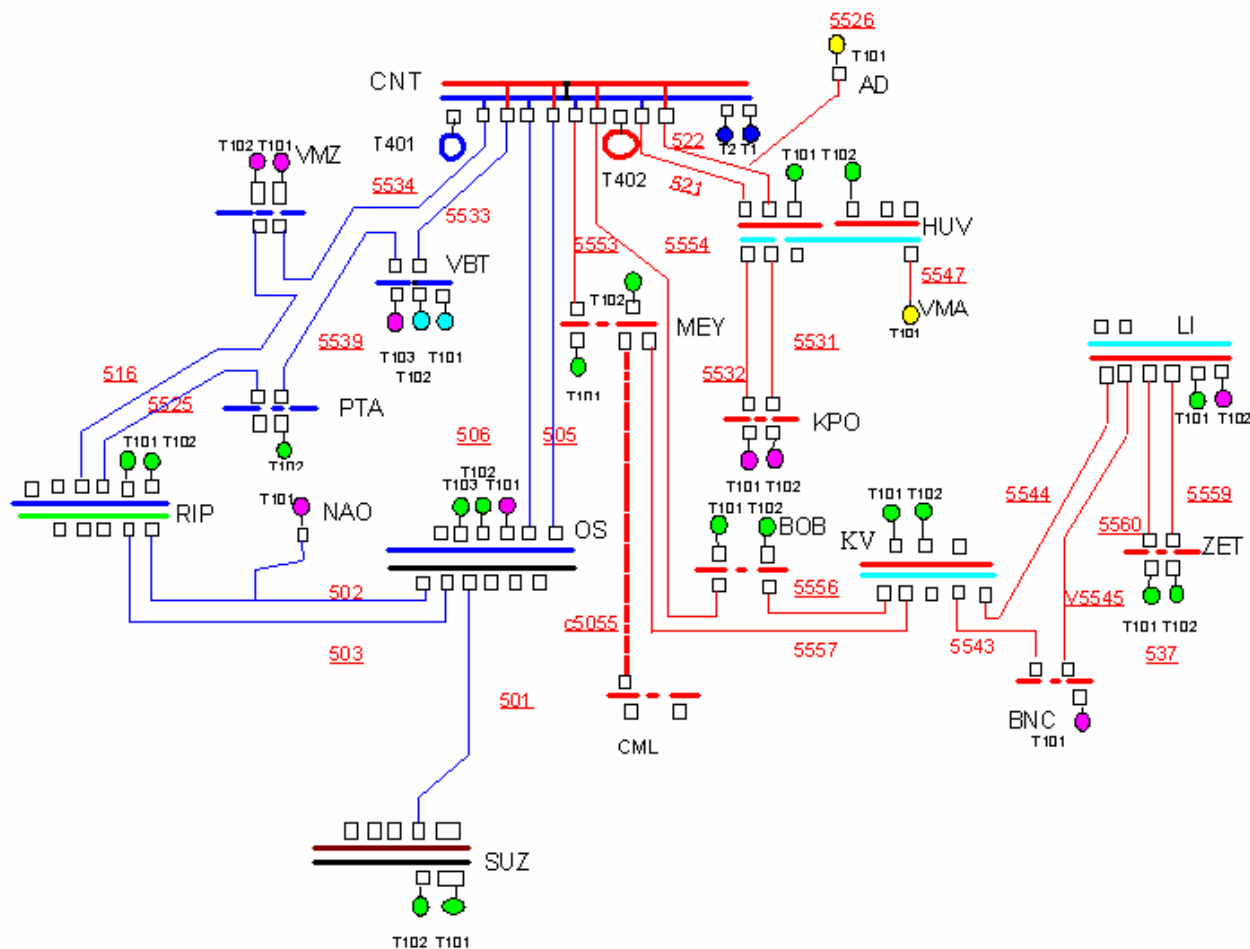
Vypočítané toky výkonů, zatížení prvků sítě a velikosti napětí v uzlech jsou uvedeny v **příloze D**. Napětí v uzlech sítě se pohybují v rozmezí 114kV (103,6%) – 120,9kV (109,9%). Je odzkoušeno, že optimální hodnota napětí, z hlediska ztrát, je kolem 117kV. Většina uzlů v oblasti Čebína dosahuje této hodnoty a tudíž jsou zde dosaženy optimální ztráty. Ty činí pro uzlovou soustavu č.1 sítě E.on východ 110kV 34,99MW a to 14,892MW na transformátorech a 20,095MW na vedeních. Dále je z výsledků patrné, že jsou prvky sítě navrženy pro přenos daleko vyších výkonů. Toto platí hlavně u vedení kde se zatížení pohybuje v rozmezí 0 – 45% In.

5.2 Návrh můstkového zapojení sítě 110kV

V této části práce se, jak už z názvu kapitoly vyplývá, budeme zabývat můstkovým zapojením sítě 110kV v oblasti Čebína. Můstkovým zapojením rozumíme paralelní provoz transformátorů. V našem případě použijeme transformátory T401 a T402. Výhodou tohoto zapojení je zvýšení spolehlivosti dodávky elektrické energie. Ovšem nevýhodou je nárůst zkratových proudů. Naším úkolem bude ověřit zatížení prvků soustavy a ověření zkratové odolnosti rozvodny.

Nyní si popíšeme naše navrhované můstkové zapojení v Čebíně viz. obrázek 5-2. Přípojnice jsou spojeny pomocí příčného spínače přípojníc. Transformátor T401 je vyveden na přípojnici B (modrá barva) spolu s vedením V506, V521, V5534 a V5553. Transformátor T402 na přípojnici

A (červená barva) spolu s vedením V505, V522, V5533 a V5554. Vývody jsou zapojeny tzv. do kříže.



Obr. 5-2 Můstkové zapojení transformátorů T401 a T402

Další variantou bylo připojení vedení V5533, V5534, V5553 a V5554 na přípojnici spolu s transformátorem T401 a zbytek na přípojnici A. Nevýhodou této varianty ovšem je, že by při výpadku jednoho transformátoru byly rozvodny na konci okruhu napájeny přes celou délku vzniklého paprsku. Tím by vzrostly ztráty a zatížení vedení. Proto jsme tuto variantu zamítli hned na začátku.

Vypočítané toky výkonů, zatížení prvků soustavy a napět'ové poměry v uzlech jsou uvedeny v **příloze E**. Protože došlo pouze k paralelnímu spojení transformátorů T401 a T402 a jiné parametry v síti se nezměnily, zůstalo zatížení vedení a transformátorů, s výjimkou T401 a T402, stejné. Oproti předchozí variantě se zatížení transformátorů vyrovnalo a nyní činí 43%. Ztráty zůstaly v oblasti E.on východ stejné.

Dále bylo třeba ověřit zkratovou odolnost. Jak už jsme uvedli výše, při můstkovém zapojení dojde k nárůstu zkratových výkonů. Tabulka se srovnáním s předchozí variantou je v **příloze F**. Po podrobném prozkoumání jsme došli k závěru, že pokud budeme chtít provozovat můstkové zapojení, bude nutno rozvodnu Čebín přezbrojit. Jednofázový zkratový výkon dosahuje hodnoty 5143MVA a její odolnost je pouze 5000MVA.

5.3 Simulace poruchových stavů

V předchozí kapitole jsme se zabývali zatížením prvků soustavy a zkratovými výkony v rozvodnách oproti normálnímu stavu. Pokud bychom chtěli provozovat síť, je třeba vědět jak se bude chovat při poruchových jevech. V této kapitole bych se rád zaměřil na ty nejzávažnější, a tj. porucha transformátoru při můstkovém zapojení a výpadkem přípojnice.

Při **výpadku transformátoru T401** dojde k převedení celé zátěže na druhý, funkční, transformátor T402. Veškerý výkon, který byl odebírán z přípojnice B bude nyní veden přes příčný spínač přípojnic (SP). Protože se nezměnili parametry zátěže, budou mít vedení a transformátory mimo rozvodnu Čebín stejné zatížení a tudíž se zaměříme na kontrolu T402 a SP.

Transformátor nyní bude dodávat 300,5MVA, což je nárůst zatížení ze 43 na 86% a SP bude zatížen výkonem 176MVA. Ztráty v oblasti E.on východ vzrostou o 0,265MW.

Při **výpadku transformátoru T402** situace obdobná. Jediný co se změní je zatížení SP, které poklesne na 125MVA. Je to způsobeno tím, že je z přípojnice A odebírán menší výkon než z B (z přípojnice B je napájena převážná část Čebína). Ztráty zůstanou stejné jako v předchozí situaci.

Pokud by při našem můstkovém provozu došlo k **výpadku přípojnice** (uvažovali jsme přípojnicí A), mělo by to za následek odstavení druhého transformátoru T402, který je na ní vyveden. Dále by byla nefunkční vedení V5533, V505, V5554 a usek vedení V522 od Čebína k odbočce na Adamov, které vyvádějí výkon z této přípojnice.

V okamžiku odtavení přípojnice A bude rozvodna KPO, VMA, AD napájeny pomocí vedení V521 jehož zatížení vzroste z 22 na 46%. Veškerý výkon do rozveden LI, ZET, BNC, KV, BOB, MEY se povede přes vedení V5553 jehož zatížení vzroste ze 45 na 85%. V okruhu transformátoru T401 dojde k největšímu nárůstu zatížení u vedení V5534 (z 24 na 43%) a V506 (z 29 na 66%), které nyní slouží jako hlavní napájecí trasa.

Veškeré výsledky jsou uvedeny v **příloze H**. Ztráty v oblasti E.on východ vzrostou o 2,805MW a to na hodnotu 37,795MW (22,685 na vedení a 15.11 na transformátorech).

6 ZÁVĚR

Hlavním cílem této práce bylo navržení a řešení můstkového zapojení transformátorů v rozvodně Čebín a rozhodnutí, zda je možno takto navrženou síť trvale provozovat. K výpočtu ustáleného chodu sítě a kontrolu na zkratové odolnosti jsme použili počítač s programem Pas – Daisy – Off line na dispečinku 110kV v Brně.

Jako prvním úkolem bylo výpočet ustáleného chodu stávajícího zapojení sítě v oblasti Čebín. Jak už se dalo předpokládat před začátkem výpočtu, žádný z prvků sítě není přetížen. Celkové ztráty v oblasti E.on východ činí 34,99MW a to 14,892MW na transformátorech a 20,095MW na vedeních. Protože program nepočítá ztráty pouze v konkrétní oblasti, museli jsme se spokojit se ztrátami v celé síti E.on východ. V praxi se při změnách konfigurace a jejich ověřování vychází z celkových ztrát, tak v tom nevidím zásadní problém. Z mého pohledu tento úkol plnil funkci seznámení se z výpočetním softwarem.

V další kapitole jsme se zabývali samotným můstkovým zapojením. Toto zapojení spočívá v paralelním propojení transformátorů T401 a T402 a zapojením jednotlivých vývodů z rozvodny do kříže. Jak už jsme se zmínili v průběhu práce, zatížení jednotlivých prvků sítě, s výjimkou T401 a T402, zůstalo stejné. Při paralelním zapojení transformátorů dojde k souměrnému rozdělení celkového dodávaného výkonu rozvodnou mezi oba transformátory. Nyní pracují se zatížením 43%. Pokud dojde ke změně konfigurace sítě, dojde i ke změně zkratových výkonů v rozvodnách. Proto je nutno námi navržené zapojení otestovat. Z výsledků v příloze F je patrné, že rozvodna Čebín nevyhovuje požadavkům z pohledu zkratové odolnosti rozvodny. Vypočítaný zkratový výkon při jednofázovém zkratu činí 5143MVA, ale odolnost rozvodny je 5000MVA. Pokud budeme chtít provozovat paralelní zapojení transformátorů, bude nutné rozvodnu přezbrojit.

V poslední části práce jsme se zabývali simulací poruch v rozvodně. Protože mezi nejzávažnější poruchy patří výpadek přípojnice, nebo transformátorů, soustředila se naše pozornost tímto směrem. Při výpadku transformátoru přebírá jeho zatížení ten druhý a výkon který byl vyveden z přípojnice odpadlého transformátoru teče přes příčný spínač přípojnic (SP). Jak už jsme v předchozí kapitole zjistili, transformátor bez problému utáhne celkový odběr a proto se zaměříme na SP. Jeho jmenovitá hodnota je 1600A což odpovídá zhruba 305MVA. Bylo mi řečeno, že se většinou navrhuje na 1,2 násobek jmenovité hodnoty (to je zhruba 366MVA). Vypočítané zatížení SP je 176MVA a tudíž vyhovuje.

Při výpadku přípojnice dojde i k odstavení transformátoru, který je na ní vyveden. Opět přebírá zatížení ten druhý a také se zvýší zatížení vedení vyvedených z funkční přípojnice. Protože jsou jednotlivé prvky dobře nadimenzovány, není nikde překročeno dovolené zatížení.

Závěrem práce bych chtěl jen říci, že pokud se přezbrojí rozvodna Čebín a pokud přehlédneme ztráty které v tom nejhorším případě vzrostou o 2,805MW (při výpadku přípojnice), bude možno provozovat rozvodnu Čebín v můstkovém zapojení.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] BLAŽEK, V., SKALA, P. Distribuce elektrické energie. *VUT Brno*, 140 stran.
- [2] BLAŽEK, V., PAAR, M. Přenosové sítě. *VUT Brno 2007*, 123 stran.
- [3] HALUZÍK, E. Řízení provozu elektrizačních soustav. *VUT Brno 1983*, SNTL Praha, 126 stran.
- [4] HODINKA, M. Přechodné jevy v elektrizačních soustavách. *VUT Brno 1985*, 239 stran.
- [5] KUČERA, D. Přenos a rozvod elektrické energie. *VUT Brno 1982*, SNTL Praha, 198 stran.
- [6] DAISY S.R.O. Pas – Daisy – Off line – Výpočetní metody. Praha, 33 stran.

Obsah příloh

PŘÍLOHA A, ZÁKLADNÍ ZAPOJENÍ SÍTĚ 110KV – E.ON VÝCHOD.....	42
PŘÍLOHA B, ZKRATKY NÁZVŮ STANIC	43
PŘÍLOHA C, NÁHLED PRACOVNÍHO PROSTŘEDÍ PROGRAMU DAISY	45
PŘÍLOHA D, VÝSLEDKY PRO STÁVAJÍCÍ PROVOZNÍ STAV	46
PŘÍLOHA E, VÝSLEDKY PRO MŮSTKOVÉ ZAPOJENÍ.....	51
PŘÍLOHA F, VÝSLEDKY ZKRATŮ V ROZVODNÁCH	56
PŘÍLOHA G, VÝSLEDKY PŘI VÝPADKU TRANSFORMÁTORŮ	57
PŘÍLOHA H, VÝSLEDKY PŘI VÝPADKU PŘÍPOJNICE.....	64

Příloha B

	Rozvodna	Zkratka
1	Adamov, ADAST	AD
2	Bedřichov	BEJ
3	Blansko	BK
4	Blansko, ČD	BK-D
5	Boskovice	BO
6	Brno-Černovice	BNC
7	Brno, elektrárna Červený Mlýn	CML
8	Brno, Královopolská	KPO
9	Brno, Zbrojovka	ZBB
10	Brno, Zetor	ZET
11	Brno-Bohunice	BOB
12	Brno-Husovice	HUV
13	Brno-Komárov	KV
14	Brno-Líšeň	LI
15	Brno-Maloměřice, Výtopna	VMA
16	Brno-Medlánky	MEY
17	Brno-Teplárna	BNT
18	Břeclav	BR
19	Břeclav, ČD	BR-D
20	Bučovice	BU
21	Bystřice pod Perštýnem	BYP
22	Čebín	ČNT
23	Čebín, ČD	ČNT-D
24	Dolní Dunajovice, PZP	DDJ
25	Dolní Rožínka, UD	RON
26	Dukovany, vlastní spotřeba AE0	DK
27	Dukovany, vlastní spotřeba AE7	DK
28	Heroltice	HEO
29	Hodonice	HI
30	Hodonín	HO
31	Hrušovany nad Jevišovkou	HJ
32	Hrušovany u Brna	HB
33	Hulín	HUN
34	Hustopeče	HU
35	Chropyně, Technoplast	CHR
36	Klobouky	KB
37	Klobouky, Benzina	KB
38	Konice	KNC
39	Kosov	JI
40	Kunovice	KUN
41	Kunovice, LET	KUN
42	Kyjov	KY
43	Malenovice, ZPS	MLE
44	Mikulov	MI
45	Mladcová	MAD
46	Modřice u Brna, ČD	ME-D
47	Mokrý, Cementárna	MQ
48	Moravské Budějovice	MBU
49	Náměšť nad Oslavou	NAO

50	Napajedla, Fatra	FA
51	Nedakonice, ČD	NA-D
52	Nezamyslice, ČD	NZA-D
53	Oslavany	OS
54	Ostrov nad Oslavou, ČD	OV-D
55	Otrokovice	OKC
56	Otrokovice - Bahňák	BHN
57	Otrokovice, Barum	BAR
58	Otrokovice, ČD	OK-D
59	Pánov	PNV
60	Prostějov	PRT
61	Ptáčov	PTA
62	Rychlov	RYC
63	Řípov	ŘIP
64	Slavětice	SLV
65	Slavičín	SLM
66	Slavkov u Brna	SLB
67	Slušovice	SLU
68	Sokolnice	SO
69	Suchohrdly u Znojma	SUZ
70	Telč	TEL
71	Tvrdonice, PZP	TD
72	Uherské Hradiště	UHD
73	Uherský Brod	UBR
74	Velká Bíteš	VBT
75	Velká Bíteš, Čepro	VBT
76	Velká nad Veličkou	VKA
77	Velká nad Veličkou, Kordárna	VKA
78	Velké Meziříčí	VMZ
79	Velké Opatovice	VOP
80	Veselí na Moravě	VLM
81	Veselí na Moravě -Žel.	VLM
82	Vranov nad Dyjí	VRV
83	Vyškov	VY
84	Zdounky	ZDO
85	Zlín, Svit	SVIT
86	Žďár nad Sázavou	MZR
87	Žďár, Žďas	ZDA
88	Černovice - dráhy	CED

Příloha D

Vedení									
Název	Uzel	Obl	Napětí		Výkon			I [A]	In [%]
			U [kV]	Fáze	P [MW]	Q [MVar]			
Napájené transformátorem T401	:1:V501	OS:1:B5	1	116.2	-4	0.0	1.5	8	2
		_501a:1:U	1	116.3	-4	0.0	-0.2	1	
	:1:V501a	SUZ:1:V501a	1	116.3	-4	0.0	0.0	0	0
		_501a:1:U	1	116.3	-4	0.0	0.2	1	
	:1:V502	OS:1:B3	1	116.2	-4	-7.8	0.5	39	9
		_502a:1:U	1	116.0	-4	7.8	0.2	39	
	:1:V502a	RIP:1:A	1	116.1	-4	-0.2	0.0	1	1
		_502a:1:U	1	116.0	-4	0.2	0.9	4	
	:1:V502b	NAO:1:A	1	116.0	-4	7.9	1.2	40	17
		_502a:1:U	1	116.0	-4	-7.9	-1.1	40	
	:1:V503	OS:1:B4	1	116.2	-4	-3.5	1.1	18	4
		RIP:1:A	1	116.1	-4	3.5	0.5	18	
	:1:V505	CNT:1:B	1	117.5	-3	-26.3	-2.7	130	29
		_505a:1:U	1	117.4	-3	26.3	2.7	130	
	:1:V505a	OS:1:B9	1	116.2	-4	26.1	3.2	130	29
		_505a:1:U	1	117.4	-3	-26.3	-2.7	130	
	:1:V506	CNT:1:B	1	117.5	-3	-26.3	-2.7	130	29
		_506a:1:U	1	117.4	-3	26.3	2.7	130	
	:1:V506a	OS:1:B10	1	116.2	-4	26.1	3.2	130	29
		_506a:1:U	1	117.4	-3	-26.3	-2.7	130	
	:1:V516	RIP:1:A	1	116.1	-4	-1.0	-0.2	5	1
		VMZ:1:A2	1	116.0	-4	1.0	1.0	7	
	:1:V5525	PTA:1:A1	1	116.0	-4	2.4	0.7	12	2
		RIP:1:A	1	116.1	-4	-2.4	-0.4	12	
	:1:V5533	CNT:1:B	1	117.5	-3	-22.9	-3.4	114	24
		_5533a:1:U	1	117.2	-3	22.9	3.6	114	
	:1:V5533a	VBT:1:A1	1	116.8	-3	22.8	3.9	114	24
		_5533a:1:U	1	117.2	-3	-22.9	-3.6	114	
	:1:V5534	CNT:1:B	1	117.5	-3	-22.8	-3.3	113	24
		_5534a:1:U	1	117.2	-3	22.8	3.4	114	
	:1:V5534a	VMZ:1:A1	1	116.0	-4	22.6	4.2	115	24
		_5534a:1:U	1	117.2	-3	-22.8	-3.4	114	
	:1:V5539	PTA:1:A2	1	116.0	-4	12.0	2.6	61	11
		_5539a:1:U	1	116.4	-4	-12.0	-1.9	60	
	:1:V5539a	VBT:1:A2	1	116.8	-3	-12.0	-1.1	60	11
		_5539a:1:U	1	116.4	-4	12.0	1.9	60	

Vedení									
Název	Uzel	Obl	Napětí		Výkon		I [A]	In [%]	
			U [kV]	Fáze	P [MW]	Q [MVAr]			
Napájené transformátorem T402	:1:V521	CNT:1:A	1	117.5	-3	-23.7	-2.7	117	22
		HUV:1:B1	1	116.8	-4	23.6	3.2	118	
	:1:V522	CNT:1:A	1	117.5	-3	-25.1	-2.8	124	23
		_522a:1:U	1	117.1	-4	25.0	3.1	124	
	:1:V522a	HUV:1:B1	1	116.8	-4	22.4	3.1	112	21
		_522a:1:U	1	117.1	-4	-22.4	-3.0	112	
	:1:V522b	AD:1:A	1	117.0	-4	2.6	0.5	13	6
		_522a:1:U	1	117.1	-4	-2.6	-0.1	13	
	:1:V5543b	BNC:1:A1	1	115.7	-6	10.5	2.0	53	10
		KV:1:B	1	115.8	-6	-10.5	-1.8	53	
	:1:V5544	KV:1:B	1	115.8	-6	-6.1	-1.1	31	6
		_5544a:1:U	1	115.7	-6	6.1	1.4	31	
	:1:V5544a	LI:1:A	1	115.7	-6	6.1	1.4	31	6
		_5544a:1:U	1	115.7	-6	-6.1	-1.4	31	
	:1:V5545	BNC:1:A2	1	115.7	-6	0.5	-0.1	3	1
		LI:1:A	1	115.7	-6	-0.5	0.3	3	
	:1:V5547	HUV:1:B2	1	116.8	-4	1.2	0.2	6	3
		VMA:1:A	1	116.8	-4	-1.2	-0.1	6	
	:1:V5553	CNT:1:A	1	117.5	-3	-60.5	-8.4	300	45
		MEY:1:A1	1	116.5	-5	60.2	7.5	301	
	:1:V5554	CNT:1:A	1	117.5	-3	-49.3	-7.1	245	34
		_5554a:1:U	1	116.6	-4	49.1	6.8	245	
	:1:V5554a	BOB:1:A1	1	115.9	-5	48.9	6.5	246	34
		_5554a:1:U	1	116.6	-4	-49.1	-6.8	245	
	:1:V5556	BOB:1:A2	1	115.9	-5	-15.1	-1.1	75	11
		KV:1:B	1	115.8	-6	15.1	1.4	75	
	:1:V5557	MEY:1:A2	1	116.5	-5	-28.3	-4.2	142	20
		KV:1:B	1	115.8	-6	28.2	4.7	143	
	:1:V5559	LI:1:A	1	115.7	-6	-2.8	-0.8	14	4
		ZET:1:A2	1	115.7	-6	2.8	0.9	15	
:1:V5560	LI:1:A	1	115.7	-6	-2.8	-0.8	14	4	
	ZET:1:A1	1	115.7	-6	2.8	0.9	15		

Vedení									
Název	Uzel	Obl	Napětí		Výkon		I [A]	In [%]	
			U [kV]	Fáze	P [MW]	Q [MVar]			
Napájené transformátorem T403	:1:V507	CNT:1:C	1	118.1	-2	-8.1	-1.4	40	9
		_507a:1:U	1	118.1	-2	8.1	1.5	40	
	:1:V507a	BYP:1:B	1	117.6	-2	8.1	2.5	42	9
		_507a:1:U	1	118.1	-2	-8.1	-1.5	40	
	:1:V508	CNT:1:C	1	118.1	-2	-8.1	-1.4	40	9
		_508a:1:U	1	118.1	-2	8.1	1.5	40	
	:1:V508a	BYP:1:B	1	117.6	-2	8.1	2.5	42	9
		_508a:1:U	1	118.1	-2	-8.1	-1.5	40	
	:1:V509	BYP:1:V509	1	120.9	-3	0.0	0.0	0	1
		MZR:1:A1	1	120.9	-3	0.0	0.9	4	
	:1:V523	CNT:1:PC	1	118.1	-2	-16.9	-1.8	83	23
		_523a:1:U	1	117.8	-2	16.9	2.3	84	
	:1:V523a	BK:1:A	1	117.7	-2	16.9	2.3	84	23
		_523a:1:U	1	117.8	-2	-16.9	-2.3	84	
	:1:V524	CNT:1:PC	1	118.1	-2	-16.9	-1.8	83	23
		_524a:1:U	1	117.8	-2	16.9	2.3	84	
	:1:V524a	BK:1:A	1	117.7	-2	16.9	2.3	84	23
		_524a:1:U	1	117.8	-2	-16.9	-2.3	84	
	:1:V525	BK:1:A	1	117.7	-2	-6.2	0.0	30	10
		BO:1:A2	1	117.3	-3	6.2	0.8	31	
	:1:V526	CNT:1:C	1	118.1	-2	-12.1	-1.9	60	13
		_526a:1:U	1	117.6	-2	12.1	2.9	61	
	:1:V526a	_526a:1:U	1	117.6	-2	-12.1	-2.9	61	13
		_526b:1:U	1	117.3	-3	12.0	3.3	61	
	:1:V526b	_526b:1:U	1	117.3	-3	-12.0	-3.3	61	13
		_526c:1:U	1	117.3	-3	12.0	3.3	61	
	:1:V526c	VOP:1:A2	1	117.3	-3	12.0	3.3	61	13
		_526c:1:U	1	117.3	-3	-12.0	-3.3	61	
	:1:V5526	BK:1:A	1	117.7	-2	-0.3	0.3	2	0
		BKD:1:A1	1	117.7	-2	0.3	0.1	1	
	:1:V5527	BK:1:A	1	117.7	-2	-0.3	0.3	2	0
		BKD:1:A2	1	117.7	-2	0.3	0.1	1	
	:1:V5537	CNT:1:C	1	118.1	-2	-7.8	-1.6	39	11
		_5537a:1:U	1	117.7	-2	7.7	2.6	40	
	:1:V5537a	RON:1:A2	1	117.7	-2	7.7	2.7	40	11
		_5537a:1:U	1	117.7	-2	-7.7	-2.6	40	
	:1:V5538	RON:1:A1	1	117.7	-2	-1.6	-1.7	11	3
		_5538a:1:U	1	117.7	-2	1.6	1.7	11	
	:1:V5538a	BYP:1:B	1	117.6	-2	1.6	2.0	13	4
		_5538a:1:U	1	117.7	-2	-1.6	-1.7	11	
	:1:V5597	BO:1:A1	1	117.3	-3	15.1	4.9	78	15
		CNT:1:C	1	118.1	-2	-15.2	-3.9	77	

Dvojvinuťové transformátory									
Název	Odbočka	Uzel	Obl	Napětí		Výkon		I [A]	In [%]
				U [kV]	Fáze	P [MW]	Q [MVar]		
AD::T101	9	AD:1:A	1	117.0	-4	-2.6	-0.5	13	15
BK::T101	9	BK:1:A	1	117.7	-2	-10.4	-1.8	52	39
BK::T102	9	BK:1:A	1	117.7	-2	-16.6	-3.4	83	39
BKD::T1	9	BKD:1:A1	1	117.7	-2	-0.3	-0.1	1	1
BKD::T2	9	BKD:1:A2	1	117.7	-2	-0.3	-0.1	1	1
BNC::T101	9	BNC:1:A1	1	115.7	-6	-11.1	-1.9	56	42
BO::T101	9	BO:1:A1	1	117.3	-3	-11.0	-3.0	56	43
BO::T102	9	BO:1:A2	1	117.3	-3	-10.3	-2.8	52	39
BOB::T101	9	BOB:1:A1	1	115.9	-5	-33.8	-3.9	169	80
BOB::T102	9	BOB:1:A2	1	115.9	-5	0.0	-1.6	8	3
BYP::T101	9	BYP:1:T101	1	114.0	-6	0.0	0.0	0	1
BYP::T102	9	BYP:1:B	1	117.6	-2	-17.8	-7.1	94	71
BYP::T103	9	BYP:1:T103	1	114.0	-6	0.0	0.0	0	1
CNT::T1	9	CNT:1:B	1	117.5	-3	-1.5	-0.1	7	6
CNT::T101	9	CNT:1:B	1	117.5	-3	-15.5	-3.9	78	37
CNT::T102	9	CNT:1:B	1	117.5	-3	-21.9	-5.4	111	53
CNT::T2	9	CNT:1:B	1	117.5	-3	-1.5	-0.1	7	6
HUV::T101	9	HUV:1:B1	1	116.8	-4	-33.0	-5.1	165	79
HUV::T102	9	HUV:1:B1	1	116.8	-4	-12.0	-1.2	60	28
KV::T101	9	KV:1:B	1	115.8	-6	-16.3	-2.1	82	39
KV::T102	9	KV:1:B	1	115.8	-6	-10.4	-1.1	52	25
LI::T101	9	LI:1:B	1	117.0	-7	-9.8	-3.0	51	38
LI::T102	9	LI:1:B	1	117.0	-7	-9.3	-0.3	46	22
MEY::T101	9	MEY:1:A1	1	116.5	-5	-14.0	-2.1	70	33
MEY::T102	9	MEY:1:A2	1	116.5	-5	-17.9	-1.2	89	42
NAO::T101	9	NAO:1:A	1	116.0	-4	-7.9	-1.2	40	30
OS::T10	9	OS:1:A5	1	116.2	-4	0.0	0.0	0	0
OS::T101	9	OS:1:A6	1	116.2	-4	-10.0	-1.9	51	38
OS::T102	9	OS:1:A4	1	116.2	-4	-19.8	-5.3	102	48
OS::T103	9	OS:1:A3	1	116.2	-4	-11.0	-2.4	56	26
OVD::T1	9	OVD:1:T1	1	119.6	-4	0.0	0.0	0	0
OVD::T2	9	OVD:1:A2	1	120.9	-3	-2.0	-1.2	11	9
PTA::T102	9	PTA:1:A2	1	116.0	-4	-14.4	-3.3	73	35
RIP::T102	9	RIP:1:B	1	117.1	-5	-23.7	-6.0	121	57
RON::T101	9	RON:1:T1	1	117.4	-3	0.0	0.0	0	1
RON::T102	9	RON:1:A1	1	117.7	-2	-6.1	-1.0	31	14
VBT::T101	9	VBT:1:A1	1	116.8	-3	0.0	-0.1	1	1
VBT::T102	9	VBT:1:T1	1	116.7	-3	0.0	0.0	0	1
VBT::T103	9	VBT:1:A2	1	116.8	-3	-10.7	-2.6	55	41
VMA::T101	9	VMA:1:A	1	116.8	-4	1.2	0.1	6	7
VMZ::T101	9	VMZ:1:A1	1	116.0	-4	-11.5	-3.0	59	45
VMZ::T102	9	VMZ:1:A2	1	116.0	-4	-12.1	-2.3	62	47
VOP::T101	9	VOP:1:T1	1	115.8	-5	0.0	0.0	0	1
VOP::T102	9	VOP:1:A1	1	117.3	-3	-12.0	-3.3	61	47
ZET::T101	9	ZET:1:T1	1	115.1	-6	0.0	0.0	0	1
ZET::T102	9	ZET:1:A2	1	115.7	-6	-5.6	-1.8	29	13

Trojvinuťové transformátory									
Název	Odbočka	Uzel	Obl	Napětí		Výkon		I [A]	In [%]
				U [kV]	Fáze	P [MW]	Q [MVA _r]		
CNT::T401	9	CNT:1:B	1	117.5	-3	138.7	21.5	690	40
CNT::T402	9	CNT:1:A	1	117.5	-3	158.5	21.0	786	46
CNT::T403	9	CNT:1:C	1	118.1	-2	85.1	13.9	421	35
KPO::T101	9	KPO:1:A1	1	116.8	-4	-2.1	-0.4	11	8

Příloha E

Vedení									
Název	Uzel	Obl	Napětí		Výkon			I [A]	In [%]
			U [kV]	Fáze	P [MW]	Q [MVar]			
Napájené transformátorem T401	:1:V501	OS:1:B5	1	116.2	-4	0.0	1.5	8	2
		_501a:1:U	1	116.3	-4	0.0	-0.2	1	
	:1:V501a	SUZ:1:V501a	1	116.3	-4	0.0	0.0	0	0
		_501a:1:U	1	116.3	-4	0.0	0.2	1	
	:1:V502	OS:1:B3	1	116.2	-4	-7.8	0.5	39	9
		_502a:1:U	1	116.0	-4	7.8	0.2	39	
	:1:V502a	RIP:1:A	1	116.0	-4	-0.2	0.0	1	1
		_502a:1:U	1	116.0	-4	0.2	0.9	4	
	:1:V502b	NAO:1:A	1	115.9	-4	7.9	1.2	40	17
		_502a:1:U	1	116.0	-4	-7.9	-1.1	40	
	:1:V503	OS:1:B4	1	116.2	-4	-3.5	1.1	18	4
		RIP:1:A	1	116.0	-4	3.5	0.5	18	
	:1:V505	CNT:1:B	1	117.5	-3	-26.3	-2.7	130	29
		_505a:1:U	1	117.4	-3	26.3	2.7	130	
	:1:V505a	OS:1:B9	1	116.2	-4	26.1	3.2	130	29
		_505a:1:U	1	117.4	-3	-26.3	-2.7	130	
	:1:V506	CNT:1:B	1	117.5	-3	-26.3	-2.7	130	29
		_506a:1:U	1	117.4	-3	26.3	2.7	130	
	:1:V506a	OS:1:B10	1	116.2	-4	26.1	3.2	130	29
		_506a:1:U	1	117.4	-3	-26.3	-2.7	130	
	:1:V516	RIP:1:A	1	116.0	-4	-1.0	-0.2	5	1
		VMZ:1:A2	1	116.0	-4	1.0	1.0	7	
	:1:V5525	PTA:1:A1	1	116.0	-4	2.4	0.7	12	2
		RIP:1:A	1	116.0	-4	-2.4	-0.4	12	
	:1:V5533	CNT:1:B	1	117.5	-3	-22.9	-3.4	114	24
		_5533a:1:U	1	117.2	-3	22.9	3.6	114	
	:1:V5533a	VBT:1:A1	1	116.8	-4	22.8	3.9	114	24
		_5533a:1:U	1	117.2	-3	-22.9	-3.6	114	
	:1:V5534	CNT:1:B	1	117.5	-3	-22.8	-3.3	113	24
		_5534a:1:U	1	117.2	-3	22.8	3.4	114	
:1:V5534a	VMZ:1:A1	1	116.0	-4	22.6	4.2	115	24	
	_5534a:1:U	1	117.2	-3	-22.8	-3.5	114		
:1:V5539	PTA:1:A2	1	116.0	-4	12.0	2.6	61	11	
	_5539a:1:U	1	116.4	-4	-12.0	-1.9	60		
:1:V5539a	VBT:1:A2	1	116.8	-4	-12.0	-1.1	60	11	
	_5539a:1:U	1	116.4	-4	12.0	1.9	60		

Vedení									
Název	Uzel	Obl	Napětí		Výkon		I [A]	In [%]	
			U [kV]	Fáze	P [MW]	Q [MVar]			
Napájené transformátorem T402	:1:V521	CNT:1:A	1	117.5	-3	-23.7	-2.7	117	22
		HUV:1:B1	1	116.8	-4	23.6	3.2	118	
	:1:V522	CNT:1:A	1	117.5	-3	-25.1	-2.8	124	23
		_522a:1:U	1	117.1	-3	25.0	3.1	124	
	:1:V522a	HUV:1:B1	1	116.8	-4	22.4	3.1	112	21
		_522a:1:U	1	117.1	-3	-22.4	-3.0	112	
	:1:V522b	AD:1:A	1	117.0	-3	2.6	0.5	13	6
		_522a:1:U	1	117.1	-3	-2.6	-0.1	13	
	:1:V5543b	BNC:1:A1	1	115.7	-5	10.5	2.0	53	10
		KV:1:B	1	115.8	-5	-10.5	-1.8	53	
	:1:V5544	KV:1:B	1	115.8	-5	-6.1	-1.1	31	6
		_5544a:1:U	1	115.7	-5	6.1	1.4	31	
	:1:V5544a	LI:1:A	1	115.7	-5	6.1	1.4	31	6
		_5544a:1:U	1	115.7	-5	-6.1	-1.4	31	
	:1:V5545	BNC:1:A2	1	115.7	-5	0.5	-0.1	3	1
		LI:1:A	1	115.7	-5	-0.5	0.3	3	
	:1:V5547	HUV:1:B2	1	116.8	-4	1.2	0.2	6	3
		VMA:1:A	1	116.8	-4	-1.2	-0.1	6	
	:1:V5553	CNT:1:A	1	117.5	-3	-60.5	-8.4	300	45
		MEY:1:A1	1	116.5	-4	60.2	7.5	301	
	:1:V5554	CNT:1:A	1	117.5	-3	-49.3	-7.1	245	34
		_5554a:1:U	1	116.7	-4	49.1	6.8	245	
	:1:V5554a	BOB:1:A1	1	115.9	-5	48.9	6.5	246	34
		_5554a:1:U	1	116.7	-4	-49.1	-6.8	245	
	:1:V5556	BOB:1:A2	1	115.9	-5	-15.1	-1.1	75	11
		KV:1:B	1	115.8	-5	15.1	1.4	75	
	:1:V5557	MEY:1:A2	1	116.5	-4	-28.3	-4.2	142	20
		KV:1:B	1	115.8	-5	28.2	4.7	143	
	:1:V5559	LI:1:A	1	115.7	-5	-2.8	-0.8	14	4
		ZET:1:A2	1	115.7	-5	2.8	0.9	15	
:1:V5560	LI:1:A	1	115.7	-5	-2.8	-0.8	14	4	
	ZET:1:A1	1	115.7	-5	2.8	0.9	15		

Vedení									
Název	Uzel	Obl	Napětí		Výkon		I [A]	In [%]	
			U [kV]	Fáze	P [MW]	Q [MVar]			
Napájené transformátorem T403	:1:V507	CNT:1:C	1	118.1	-2	-8.1	-1.4	40	9
		_507a:1:U	1	118.1	-2	8.1	1.5	40	
	:1:V507a	BYP:1:B	1	117.6	-2	8.1	2.5	42	9
		_507a:1:U	1	118.1	-2	-8.1	-1.5	40	
	:1:V508	CNT:1:C	1	118.1	-2	-8.1	-1.4	40	9
		_508a:1:U	1	118.1	-2	8.1	1.5	40	
	:1:V508a	BYP:1:B	1	117.6	-2	8.1	2.5	42	9
		_508a:1:U	1	118.1	-2	-8.1	-1.5	40	
	:1:V509	BYP:1:V509	1	120.9	-3	0.0	0.0	0	1
		MZR:1:A1	1	120.9	-3	0.0	0.9	4	
	:1:V523	CNT:1:PC	1	118.1	-2	-16.9	-1.8	83	23
		_523a:1:U	1	117.8	-2	16.9	2.3	84	
	:1:V523a	BK:1:A	1	117.7	-2	16.9	2.3	84	23
		_523a:1:U	1	117.8	-2	-16.9	-2.3	84	
	:1:V524	CNT:1:PC	1	118.1	-2	-16.9	-1.8	83	23
		_524a:1:U	1	117.8	-2	16.9	2.3	84	
	:1:V524a	BK:1:A	1	117.7	-2	16.9	2.3	84	23
		_524a:1:U	1	117.8	-2	-16.9	-2.3	84	
	:1:V525	BK:1:A	1	117.7	-2	-6.2	0.0	30	10
		BO:1:A2	1	117.3	-3	6.2	0.8	31	
	:1:V526	CNT:1:C	1	118.1	-2	-12.1	-1.9	60	13
		_526a:1:U	1	117.6	-2	12.1	2.9	61	
	:1:V526a	_526a:1:U	1	117.6	-2	-12.1	-2.9	61	13
		_526b:1:U	1	117.3	-3	12.0	3.3	61	
	:1:V526b	_526b:1:U	1	117.3	-3	-12.0	-3.3	61	13
		_526c:1:U	1	117.3	-3	12.0	3.3	61	
	:1:V526c	VOP:1:A2	1	117.3	-3	12.0	3.3	61	13
		_526c:1:U	1	117.3	-3	-12.0	-3.3	61	
	:1:V5526	BK:1:A	1	117.7	-2	-0.3	0.3	2	0
		BKD:1:A1	1	117.7	-2	0.3	0.1	1	
	:1:V5527	BK:1:A	1	117.7	-2	-0.3	0.3	2	0
		BKD:1:A2	1	117.7	-2	0.3	0.1	1	
	:1:V5537	CNT:1:C	1	118.1	-2	-7.8	-1.6	39	11
		_5537a:1:U	1	117.7	-2	7.7	2.6	40	
	:1:V5537a	RON:1:A2	1	117.7	-2	7.7	2.7	40	11
		_5537a:1:U	1	117.7	-2	-7.7	-2.6	40	
	:1:V5538	RON:1:A1	1	117.7	-2	-1.6	-1.7	11	3
		_5538a:1:U	1	117.7	-2	1.6	1.7	11	
	:1:V5538a	BYP:1:B	1	117.6	-2	1.6	2.0	13	4
		_5538a:1:U	1	117.7	-2	-1.6	-1.7	11	
	:1:V5597	BO:1:A1	1	117.3	-3	15.1	4.9	78	15
		CNT:1:C	1	118.1	-2	-15.2	-3.9	77	

Dvojvinuťové transformátory									
Název	Odbočka	Uzel	Obl	Napětí		Výkon		I [A]	In [%]
				U [kV]	Fáze	P [MW]	Q [MVar]		
AD::T101	9	AD:1:A	1	117.0	-3	-2.6	-0.5	13	15
BK::T101	9	BK:1:A	1	117.7	-2	-10.4	-1.8	52	39
BK::T102	9	BK:1:A	1	117.7	-2	-16.6	-3.4	83	39
BKD::T1	9	BKD:1:A1	1	117.7	-2	-0.3	-0.1	1	1
BKD::T2	9	BKD:1:A2	1	117.7	-2	-0.3	-0.1	1	1
BNC::T101	9	BNC:1:A1	1	115.7	-5	-11.1	-1.9	56	42
BO::T101	9	BO:1:A1	1	117.3	-3	-11.0	-3.0	56	43
BO::T102	9	BO:1:A2	1	117.3	-3	-10.3	-2.8	52	39
BOB::T101	9	BOB:1:A1	1	115.9	-5	-33.8	-3.9	169	80
BOB::T102	9	BOB:1:A2	1	115.9	-5	0.0	-1.6	8	3
BYP::T101	9	BYP:1:T101	1	114.0	-6	0.0	0.0	0	1
BYP::T102	9	BYP:1:B	1	117.6	-2	-17.8	-7.1	94	71
BYP::T103	9	BYP:1:T103	1	114.0	-6	0.0	0.0	0	1
CNT::T1	9	CNT:1:B	1	117.5	-3	-1.5	-0.1	7	6
CNT::T101	9	CNT:1:B	1	117.5	-3	-15.5	-3.9	78	37
CNT::T102	9	CNT:1:B	1	117.5	-3	-21.9	-5.4	111	53
CNT::T2	9	CNT:1:B	1	117.5	-3	-1.5	-0.1	7	6
HUV::T101	9	HUV:1:B1	1	116.8	-4	-33.0	-5.1	165	79
HUV::T102	9	HUV:1:B1	1	116.8	-4	-12.0	-1.2	60	28
KV::T101	9	KV:1:B	1	115.8	-5	-16.3	-2.1	82	39
KV::T102	9	KV:1:B	1	115.8	-5	-10.4	-1.1	52	25
LI::T101	9	LI:1:B	1	117.0	-7	-9.8	-3.0	51	38
LI::T102	9	LI:1:B	1	117.0	-7	-9.3	-0.3	46	22
MEY::T101	9	MEY:1:A1	1	116.5	-4	-14.0	-2.1	70	33
MEY::T102	9	MEY:1:A2	1	116.5	-4	-17.9	-1.2	89	42
NAO::T101	9	NAO:1:A	1	115.9	-4	-7.9	-1.2	40	30
OS::T10	9	OS:1:A5	1	116.2	-4	0.0	0.0	0	0
OS::T101	9	OS:1:A6	1	116.2	-4	-10.0	-1.9	51	38
OS::T102	9	OS:1:A4	1	116.2	-4	-19.8	-5.3	102	48
OS::T103	9	OS:1:A3	1	116.2	-4	-11.0	-2.4	56	26
OVD::T1	9	OVD:1:T1	1	119.6	-4	0.0	0.0	0	0
OVD::T2	9	OVD:1:A2	1	120.9	-3	-2.0	-1.2	11	9
PTA::T102	9	PTA:1:A2	1	116.0	-4	-14.4	-3.3	73	35
RIP::T102	9	RIP:1:B	1	117.1	-5	-23.7	-6.0	121	57
RON::T101	9	RON:1:T1	1	117.4	-3	0.0	0.0	0	1
RON::T102	9	RON:1:A1	1	117.7	-2	-6.1	-1.0	31	14
VBT::T101	9	VBT:1:A1	1	116.8	-4	0.0	-0.1	1	1
VBT::T102	9	VBT:1:T1	1	116.6	-4	0.0	0.0	0	1
VBT::T103	9	VBT:1:A2	1	116.8	-4	-10.7	-2.6	55	41
VMA::T101	9	VMA:1:A	1	116.8	-4	1.2	0.1	6	7
VMZ::T101	9	VMZ:1:A1	1	116.0	-4	-11.5	-3.0	59	45
VMZ::T102	9	VMZ:1:A2	1	116.0	-4	-12.1	-2.3	62	47
VOP::T101	9	VOP:1:T1	1	115.8	-5	0.0	0.0	0	1
VOP::T102	9	VOP:1:A1	1	117.3	-3	-12.0	-3.3	61	47
ZET::T101	9	ZET:1:T1	1	115.1	-6	0.0	0.0	0	1
ZET::T102	9	ZET:1:A2	1	115.7	-5	-5.6	-1.8	29	13

Trojvinuťové transformátory									
Název	Odbočka	Uzel	Obl	Napětí		Výkon		I [A]	In [%]
				U [kV]	Fáze	P [MW]	Q [MVA _r]		
CNT::T401	9	CNT:1:B	1	117.5	-3	148.6	21.3	738	43
CNT::T402	9	CNT:1:A	1	117.5	-3	148.6	21.3	738	43
CNT::T403	9	CNT:1:C	1	118.1	-2	85.1	13.9	421	35
KPO::T101	9	KPO:1:A1	1	116.8	-4	-2.1	-0.4	11	8

Příloha F

			Původní zkratový výkon [MVA]		Nový zkratový výkon [MVA]	
Rozvodna	Uzel	Zkratová odolnost rozvodny	3. fázový	1. fázový	3. fázový	1. fázový
AD	AD:1:A	3500	998.2	795.6	1215.1	890.7
BOB	BOB:1:A1	3500	1078.1	885.8	1325.0	997.9
	BOB:1:A2		1078.1	885.8	1325.0	997.9
BNC	BNC:1:A1	3500	947.0	742.0	1140.1	823.7
	BNC:1:A2		947.0	742.0	1140.1	823.7
CNT	CNT:1:A	5000	2348.6	3007.6	4146.5	5143.0
	CNT:1:B		2378.7	3023.5	4146.5	5143.0
	CNT:1:C		2141.5	2591.3	2141.5	2591.3
	CNT:1:PA		2348.6	3007.6	4146.5	5143.0
	CNT:1:PC		2141.5	2591.3	2141.5	2591.3
HUV	HUV:1:B1	3500	1408.3	1314.3	1870.5	1583.2
	HUV:1:B2		1408.3	1314.3	1870.5	1583.2
KPO	KPO:1:A1	3500	1355.0	1214.3	1761.8	1438.6
	KPO:1:A2		1355.0	1214.3	1761.8	1438.6
KV	KV:1:B	3500	1056.5	864.8	1291.0	970.1
LI	LI:1:A	3500	917.3	712.9	1102.1	790.4
MEY	MEY:1:A1	3500	1263.5	1095.4	1623.2	1277.7
	MEY:1:A2		1263.5	1095.4	1623.2	1277.7
NAO	NAO:1:A	2500	854.2	629.1	1002.7	684.1
OS	OS:1:A	2500	1310.5	1123.0	1686.6	1304.1
	OS:1:A3		1310.5	1123.0	1686.6	1304.1
	OS:1:A4		1310.5	1123.0	1686.6	1304.1
	OS:1:A5		1310.5	1123.0	1686.6	1304.1
	OS:1:A6		1310.5	1123.0	1686.6	1304.1
	OS:1:A7		1310.5	1123.0	1686.6	1304.1
	OS:1:A9		1310.5	1123.0	1686.6	1304.1
	OS:1:A10		1310.5	1123.0	1686.6	1304.1
	OS:1:B3		1310.5	1123.0	1686.6	1304.1
	OS:1:B4		1310.5	1123.0	1686.6	1304.1
	OS:1:B5		1310.5	1123.0	1686.6	1304.1
	OS:1:B6		1310.5	1123.0	1686.6	1304.1
	OS:1:B7		1310.5	1123.0	1686.6	1304.1
	OS:1:B9		1310.5	1123.0	1686.6	1304.1
OS:1:B10	1310.5	1123.0	1686.6	1304.1		
PTA	PTA:1:A1	3500	936.9	715.7	1119.1	788.0
	PTA:1:A2		936.9	715.7	1119.1	788.0
RIP	RIP:1:A	3500	1018.	783.4	1248.8	876.4
VBT	VBT:1:A1	3500	1107.9	884.2	1381.0	1002.0
	VBT:1:A2		1107.9	884.2	1381.0	1002.0
VMA	VMA:1:A	2500	1239.5	1094.4	1603.6	1288.6
VMZ	VMZ:1:A1	3500	914.1	690.8	1085.9	757.3
	VMZ:1:A2		914.1	690.8	1085.9	757.3
ZET	ZET:1:A1	2500	917.1	712.3	1094.1	786.0
	ZET:1:A2		917.1	712.3	1094.1	786.0

Příloha G

Vedení při výpadku T401								
Název	Uzel	Obl	Napětí		Výkon		I [A]	In [%]
			U [kV]	Fáze	P [MW]	Q [MVar]		
:1:V501	OS:1:B5	1	114.7	-7	0.0	1.5	8	2
	_501a:1:U	1	114.8	-7	0.0	-0.2	1	
:1:V501a	SUZ:1:V501a	1	114.8	-7	0.0	0.0	0	0
	_501a:1:U	1	114.8	-7	0.0	0.2	1	
:1:V502	OS:1:B3	1	114.7	-7	-7.8	0.5	39	9
	_502a:1:U	1	114.5	-7	7.8	0.3	39	
:1:V502a	RIP:1:A	1	114.5	-7	-0.2	0.0	1	1
	_502a:1:U	1	114.5	-7	0.2	0.9	4	
:1:V502b	NAO:1:A	1	114.4	-7	7.9	1.2	41	17
	_502a:1:U	1	114.5	-7	-7.9	-1.1	40	
:1:V503	OS:1:B4	1	114.7	-7	-3.5	1.1	19	4
	RIP:1:A	1	114.5	-7	3.5	0.5	18	
:1:V505	CNT:1:B	1	116.0	-6	-26.3	-2.8	132	29
	_505a:1:U	1	115.9	-6	26.3	2.8	132	
:1:V505a	OS:1:B9	1	114.7	-7	26.1	3.3	132	29
	_505a:1:U	1	115.9	-6	-26.3	-2.8	132	
:1:V506	CNT:1:B	1	116.0	-6	-26.3	-2.8	132	29
	_506a:1:U	1	115.9	-6	26.3	2.8	132	
:1:V506a	OS:1:B10	1	114.7	-7	26.1	3.3	132	29
	_506a:1:U	1	115.9	-6	-26.3	-2.8	132	
:1:V516	RIP:1:A	1	114.5	-7	-1.0	-0.2	5	1
	VMZ:1:A2	1	114.4	-7	1.0	1.0	7	
:1:V5525	PTA:1:A1	1	114.5	-7	2.4	0.7	12	2
	RIP:1:A	1	114.5	-7	-2.4	-0.4	12	
:1:V5533	CNT:1:B	1	116.0	-6	-22.9	-3.5	115	24
	_5533a:1:U	1	115.7	-6	22.9	3.7	116	
:1:V5533a	VBT:1:A1	1	115.3	-7	22.8	4.0	116	24
	_5533a:1:U	1	115.7	-6	-22.9	-3.7	116	
:1:V5534	CNT:1:B	1	116.0	-6	-22.8	-3.4	115	24
	_5534a:1:U	1	115.7	-6	22.8	3.5	115	
:1:V5534a	VMZ:1:A1	1	114.4	-7	22.6	4.3	116	24
	_5534a:1:U	1	115.7	-6	-22.8	-3.5	115	
:1:V5539	PTA:1:A2	1	114.5	-7	12.0	2.6	62	12
	_5539a:1:U	1	114.9	-7	-12.0	-1.9	61	
:1:V5539a	VBT:1:A2	1	115.3	-7	-12.0	-1.1	61	11
	_5539a:1:U	1	114.9	-7	12.0	1.9	61	

Vedení při výpadku T401								
Název	Uzel	Obl	Napětí		Výkon		I [A]	In [%]
			U [kV]	Fáze	P [MW]	Q [MVA _r]		
:1:V521	CNT:1:A	1	116.0	-6	-23.7	-2.7	119	22
	HUV:1:B1	1	115.3	-7	23.6	3.2	119	
:1:V522	CNT:1:A	1	116.0	-6	-25.1	-2.9	126	23
	_522a:1:U	1	115.6	-6	25.0	3.1	126	
:1:V522a	HUV:1:B1	1	115.3	-7	22.4	3.2	113	21
	_522a:1:U	1	115.6	-6	-22.4	-3.0	113	
:1:V522b	AD:1:A	1	115.5	-6	2.6	0.5	13	6
	_522a:1:U	1	115.6	-6	-2.6	-0.1	13	
:1:V5543b	BNC:1:A1	1	114.2	-9	10.5	2.0	54	10
	KV:1:B	1	114.3	-8	-10.5	-1.8	54	
:1:V5544	KV:1:B	1	114.3	-8	-6.1	-1.1	31	6
	_5544a:1:U	1	114.2	-8	6.1	1.4	31	
:1:V5544a	LI:1:A	1	114.2	-8	6.1	1.4	31	6
	_5544a:1:U	1	114.2	-8	-6.1	-1.4	31	
:1:V5545	BNC:1:A2	1	114.2	-9	0.5	-0.1	3	1
	LI:1:A	1	114.2	-8	-0.5	0.3	3	
:1:V5547	HUV:1:B2	1	115.3	-7	1.2	0.2	6	3
	VMA:1:A	1	115.3	-7	-1.2	-0.1	6	
:1:V5553	CNT:1:A	1	116.0	-6	-60.5	-8.5	304	46
	MEY:1:A1	1	115.0	-8	60.2	7.6	305	
:1:V5554	CNT:1:A	1	116.0	-6	-49.3	-7.2	248	34
	_5554a:1:U	1	115.1	-7	49.1	6.9	248	
:1:V5554a	BOB:1:A1	1	114.4	-8	48.9	6.6	249	34
	_5554a:1:U	1	115.1	-7	-49.1	-6.9	248	
:1:V5556	BOB:1:A2	1	114.4	-8	-15.1	-1.1	76	11
	KV:1:B	1	114.3	-8	15.1	1.4	76	
:1:V5557	MEY:1:A2	1	115.0	-8	-28.3	-4.2	144	20
	KV:1:B	1	114.3	-8	28.2	4.7	145	
:1:V5559	LI:1:A	1	114.2	-8	-2.8	-0.8	15	4
	ZET:1:A2	1	114.2	-9	2.8	0.9	15	
:1:V5560	LI:1:A	1	114.2	-8	-2.8	-0.8	15	4
	ZET:1:A1	1	114.2	-9	2.8	0.9	15	

Vedení při výpadku T402								
Název	Uzel	Obl	Napětí		Výkon		I [A]	In [%]
			U [kV]	Fáze	P [MW]	Q [MVA _r]		
:1:V501	OS:1:B5	1	114.7	-7	0.0	1.5	8	2
	_501a:1:U	1	114.8	-7	0.0	-0.2	1	
:1:V501a	SUZ:1:V501a	1	114.8	-7	0.0	0.0	0	0
	_501a:1:U	1	114.8	-7	0.0	0.2	1	
:1:V502	OS:1:B3	1	114.7	-7	-7.8	0.5	39	9
	_502a:1:U	1	114.5	-7	7.8	0.2	39	
:1:V502a	RIP:1:A	1	114.5	-7	-0.2	0.0	1	1
	_502a:1:U	1	114.5	-7	0.2	0.9	4	
:1:V502b	NAO:1:A	1	114.4	-7	7.9	1.2	40	17
	_502a:1:U	1	114.5	-7	-7.9	-1.1	40	
:1:V503	OS:1:B4	1	114.7	-7	-3.5	1.1	19	4
	RIP:1:A	1	114.5	-7	3.5	0.5	18	
:1:V505	CNT:1:B	1	116.0	-6	-26.3	-2.8	132	29
	_505a:1:U	1	115.9	-6	26.3	2.8	132	
:1:V505a	OS:1:B9	1	114.7	-7	26.1	3.3	132	29
	_505a:1:U	1	115.9	-6	-26.3	-2.8	132	
:1:V506	CNT:1:B	1	116.0	-6	-26.3	-2.8	132	29
	_506a:1:U	1	115.9	-6	26.3	2.8	132	
:1:V506a	OS:1:B10	1	114.7	-7	26.1	3.3	132	29
	_506a:1:U	1	115.9	-6	-26.3	-2.8	132	
:1:V516	RIP:1:A	1	114.5	-7	-1.0	-0.2	5	1
	VMZ:1:A2	1	114.4	-7	1.0	1.0	7	
:1:V5525	PTA:1:A1	1	114.5	-7	2.4	0.7	12	2
	RIP:1:A	1	114.5	-7	-2.4	-0.4	12	
:1:V5533	CNT:1:B	1	116.0	-6	-22.9	-3.5	115	24
	_5533a:1:U	1	115.7	-6	22.9	3.7	116	
:1:V5533a	VBT:1:A1	1	115.3	-7	22.8	4.0	116	24
	_5533a:1:U	1	115.7	-6	-22.9	-3.7	116	
:1:V5534	CNT:1:B	1	116.0	-6	-22.8	-3.4	115	24
	_5534a:1:U	1	115.7	-6	22.8	3.5	115	
:1:V5534a	VMZ:1:A1	1	114.4	-7	22.6	4.3	116	24
	_5534a:1:U	1	115.7	-6	-22.8	-3.5	115	
:1:V5539	PTA:1:A2	1	114.5	-7	12.0	2.6	62	12
	_5539a:1:U	1	114.9	-7	-12.0	-1.9	61	
:1:V5539a	VBT:1:A2	1	115.3	-7	-12.0	-1.1	61	11
	_5539a:1:U	1	114.9	-7	12.0	1.9	61	

Vedení při výpadku T402									
Název	Uzel	Obl	Napětí		Výkon			I [A]	In [%]
			U [kV]	Fáze	P [MW]	Q [MVA _r]			
:1:V521	CNT:1:A	1	116.0	-6	-23.7	-2.8	119	22	
	HUV:1:B1	1	115.3	-7	23.6	3.2	119		
:1:V522	CNT:1:A	1	116.0	-6	-25.1	-2.9	126	23	
	_522a:1:U	1	115.6	-6	25.0	3.1	126		
:1:V522a	HUV:1:B1	1	115.3	-7	22.4	3.2	113	21	
	_522a:1:U	1	115.6	-6	-22.4	-3.0	113		
:1:V522b	AD:1:A	1	115.5	-6	2.6	0.5	13	6	
	_522a:1:U	1	115.6	-6	-2.6	-0.1	13		
:1:V5543b	BNC:1:A1	1	114.2	-9	10.5	2.0	54	10	
	KV:1:B	1	114.3	-8	-10.5	-1.8	54		
:1:V5544	KV:1:B	1	114.3	-8	-6.1	-1.1	31	6	
	_5544a:1:U	1	114.2	-8	6.1	1.4	31		
:1:V5544a	LI:1:A	1	114.2	-8	6.1	1.4	31	6	
	_5544a:1:U	1	114.2	-8	-6.1	-1.4	31		
:1:V5545	BNC:1:A2	1	114.2	-9	0.5	-0.1	3	1	
	LI:1:A	1	114.2	-8	-0.5	0.3	3		
:1:V5547	HUV:1:B2	1	115.3	-7	1.2	0.2	6	3	
	VMA:1:A	1	115.3	-7	-1.2	-0.1	6		
:1:V5553	CNT:1:A	1	116.0	-6	-60.5	-8.5	304	46	
	MEY:1:A1	1	115.0	-8	60.2	7.6	305		
:1:V5554	CNT:1:A	1	116.0	-6	-49.3	-7.2	248	34	
	_5554a:1:U	1	115.1	-7	49.1	6.9	248		
:1:V5554a	BOB:1:A1	1	114.4	-8	48.9	6.6	249	34	
	_5554a:1:U	1	115.1	-7	-49.1	-6.9	248		
:1:V5556	BOB:1:A2	1	114.4	-8	-15.1	-1.1	76	11	
	KV:1:B	1	114.3	-8	15.1	1.4	76		
:1:V5557	MEY:1:A2	1	115.0	-8	-28.3	-4.2	144	20	
	KV:1:B	1	114.3	-8	28.2	4.7	145		
:1:V5559	LI:1:A	1	114.2	-8	-2.8	-0.8	15	4	
	ZET:1:A2	1	114.2	-9	2.8	0.9	15		
:1:V5560	LI:1:A	1	114.2	-8	-2.8	-0.8	15	4	
	ZET:1:A1	1	114.2	-9	2.8	0.9	15		

Trojvinuťové transformátory při výpadku T401									
Název	Odbočka	Uzel	Obl	Napětí		Výkon			In [%]
				U [kV]	Fáze	P [MW]	Q [MVA _r]	I [A]	
CNT::T401	9	CNT:1:B	1	118.6	0	0.0	0.0	5	2
CNT::T402	9	CNT:1:A	1	116.0	-6	297.3	43.4	1495	86
CNT::T403	9	CNT:1:C	1	118.1	-2	85.1	13.9	421	35
KPO::T101	9	KPO:1:A1	1	115.3	-7	-2.1	-0.4	11	8

Dvojvlnuťové transformátory při výpadku T401									
Název	Odbočka	Uzel	Obl	Napětí		Výkon		I [A]	In [%]
				U [kV]	Fáze	P [MW]	Q [MVar]		
AD::T101	9	AD:1:A	1	115.5	-6	-2.6	-0.5	13	16
BK::T101	9	BK:1:A	1	117.7	-2	-10.4	-1.8	52	39
BK::T102	9	BK:1:A	1	117.7	-2	-16.6	-3.4	83	39
BKD::T1	9	BKD:1:A1	1	117.7	-2	-0.3	-0.1	1	1
BKD::T2	9	BKD:1:A2	1	117.7	-2	-0.3	-0.1	1	1
BNC::T101	9	BNC:1:A1	1	114.2	-9	-11.1	-1.9	57	43
BO::T101	9	BO:1:A1	1	117.3	-3	-11.0	-3.0	56	43
BO::T102	9	BO:1:A2	1	117.3	-3	-10.3	-2.8	52	39
BOB::T101	9	BOB:1:A1	1	114.4	-8	-33.8	-3.9	172	83
BOB::T102	9	BOB:1:A2	1	114.4	-8	0.0	-1.6	8	3
BYP::T101	9	BYP:1:T101	1	114.0	-6	0.0	0.0	0	1
BYP::T102	9	BYP:1:B	1	117.6	-2	-17.8	-7.1	94	71
BYP::T103	9	BYP:1:T103	1	114.0	-6	0.0	0.0	0	1
CNT::T1	9	CNT:1:B	1	116.0	-6	-1.5	-0.1	8	6
CNT::T101	9	CNT:1:B	1	116.0	-6	-15.5	-3.9	79	38
CNT::T102	9	CNT:1:B	1	116.0	-6	-21.9	-5.4	112	53
CNT::T2	9	CNT:1:B	1	116.0	-6	-1.5	-0.1	8	6
HUV::T101	9	HUV:1:B1	1	115.3	-7	-33.0	-5.1	167	80
HUV::T102	9	HUV:1:B1	1	115.3	-7	-12.0	-1.2	61	29
KV::T101	9	KV:1:B	1	114.3	-8	-16.3	-2.1	83	39
KV::T102	9	KV:1:B	1	114.3	-8	-10.4	-1.1	53	25
LI::T101	9	LI:1:B	1	117.0	-7	-9.8	-3.0	51	38
LI::T102	9	LI:1:B	1	117.0	-7	-9.3	-0.3	46	22
MEY::T101	9	MEY:1:A1	1	115.0	-8	-14.0	-2.1	71	34
MEY::T102	9	MEY:1:A2	1	115.0	-8	-17.9	-1.3	90	43
NAO::T101	9	NAO:1:A	1	114.4	-7	-7.9	-1.2	41	31
OS::T10	9	OS:1:A5	1	114.7	-7	0.0	0.0	0	0
OS::T101	9	OS:1:A6	1	114.7	-7	-10.0	-1.9	51	39
OS::T102	9	OS:1:A4	1	114.7	-7	-19.8	-5.3	103	49
OS::T103	9	OS:1:A3	1	114.7	-7	-11.0	-2.4	57	27
OVD::T1	9	OVD:1:T1	1	119.6	-4	0.0	0.0	0	0
OVD::T2	9	OVD:1:A2	1	120.9	-3	-2.0	-1.2	11	9
PTA::T102	9	PTA:1:A2	1	114.5	-7	-14.4	-3.3	74	35
RIP::T102	9	RIP:1:B	1	117.1	-5	-23.7	-6.0	121	57
RON::T101	9	RON:1:T1	1	117.4	-3	0.0	0.0	0	1
RON::T102	9	RON:1:A1	1	117.7	-2	-6.1	-1.0	31	14
VBT::T101	9	VBT:1:A1	1	115.3	-7	0.0	-0.1	1	1
VBT::T102	9	VBT:1:T1	1	115.1	-7	0.0	0.0	0	1
VBT::T103	9	VBT:1:A2	1	115.3	-7	-10.7	-2.7	55	42
VMA::T101	9	VMA:1:A	1	115.3	-7	1.2	0.1	6	7
VMZ::T101	9	VMZ:1:A1	1	114.4	-7	-11.5	-3.0	60	45
VMZ::T102	9	VMZ:1:A2	1	114.4	-7	-12.1	-2.3	62	47
VOP::T101	9	VOP:1:T1	1	115.8	-5	0.0	0.0	0	1
VOP::T102	9	VOP:1:A1	1	117.3	-3	-12.0	-3.3	61	47
ZET::T101	9	ZET:1:T1	1	113.6	-9	0.0	0.0	0	1
ZET::T102	9	ZET:1:A2	1	114.2	-9	-5.5	-1.8	29	14

Dvojvlnuťové transformátory při výpadku T402									
Název	Odbočka	Uzel	Obl	Napětí		Výkon		I [A]	In [%]
				U [kV]	Fáze	P [MW]	Q [MVar]		
AD::T101	9	AD:1:A	1	115.5	-6	-2.6	-0.5	13	16
BK::T101	9	BK:1:A	1	117.7	-2	-10.4	-1.8	52	39
BK::T102	9	BK:1:A	1	117.7	-2	-16.6	-3.4	83	39
BKD::T1	9	BKD:1:A1	1	117.7	-2	-0.3	-0.1	1	1
BKD::T2	9	BKD:1:A2	1	117.7	-2	-0.3	-0.1	1	1
BNC::T101	9	BNC:1:A1	1	114.2	-9	-11.1	-1.9	57	43
BO::T101	9	BO:1:A1	1	117.3	-3	-11.0	-3.0	56	43
BO::T102	9	BO:1:A2	1	117.3	-3	-10.3	-2.8	52	39
BOB::T101	9	BOB:1:A1	1	114.4	-8	-33.8	-3.9	172	82
BOB::T102	9	BOB:1:A2	1	114.4	-8	0.0	-1.6	8	3
BYP::T101	9	BYP:1:T101	1	114.0	-6	0.0	0.0	0	1
BYP::T102	9	BYP:1:B	1	117.6	-2	-17.8	-7.1	94	71
BYP::T103	9	BYP:1:T103	1	114.0	-6	0.0	0.0	0	1
CNT::T1	9	CNT:1:B	1	116.0	-6	-1.5	-0.1	8	6
CNT::T101	9	CNT:1:B	1	116.0	-6	-15.5	-3.9	79	38
CNT::T102	9	CNT:1:B	1	116.0	-6	-21.9	-5.4	112	53
CNT::T2	9	CNT:1:B	1	116.0	-6	-1.5	-0.1	8	6
HUV::T101	9	HUV:1:B1	1	115.3	-7	-33.0	-5.1	167	80
HUV::T102	9	HUV:1:B1	1	115.3	-7	-12.0	-1.2	61	29
KV::T101	9	KV:1:B	1	114.3	-8	-16.3	-2.1	83	39
KV::T102	9	KV:1:B	1	114.3	-8	-10.4	-1.1	53	25
LI::T101	9	LI:1:B	1	117.0	-7	-9.8	-3.0	51	38
LI::T102	9	LI:1:B	1	117.0	-7	-9.3	-0.3	46	22
MEY::T101	9	MEY:1:A1	1	115.0	-8	-14.0	-2.1	71	34
MEY::T102	9	MEY:1:A2	1	115.0	-8	-17.9	-1.3	90	43
NAO::T101	9	NAO:1:A	1	114.4	-7	-7.9	-1.2	41	31
OS::T10	9	OS:1:A5	1	114.7	-7	0.0	0.0	0	0
OS::T101	9	OS:1:A6	1	114.7	-7	-10.0	-1.9	51	39
OS::T102	9	OS:1:A4	1	114.7	-7	-19.8	-5.3	103	49
OS::T103	9	OS:1:A3	1	114.7	-7	-11.0	-2.4	57	27
OVD::T1	9	OVD:1:T1	1	119.6	-4	0.0	0.0	0	0
OVD::T2	9	OVD:1:A2	1	120.9	-3	-2.0	-1.2	11	9
PTA::T102	9	PTA:1:A2	1	114.5	-7	-14.4	-3.3	74	35
RIP::T102	9	RIP:1:B	1	117.1	-5	-23.7	-6.0	121	57
RON::T101	9	RON:1:T1	1	117.4	-3	0.0	0.0	0	1
RON::T102	9	RON:1:A1	1	117.7	-2	-6.1	-1.0	31	14
VBT::T101	9	VBT:1:A1	1	115.3	-7	0.0	-0.1	1	1
VBT::T102	9	VBT:1:T1	1	115.1	-7	0.0	0.0	0	1
VBT::T103	9	VBT:1:A2	1	115.3	-7	-10.7	-2.7	55	42
VMA::T101	9	VMA:1:A	1	115.3	-7	1.2	0.1	6	7
VMZ::T101	9	VMZ:1:A1	1	114.4	-7	-11.5	-3.0	60	45
VMZ::T102	9	VMZ:1:A2	1	114.4	-7	-12.1	-2.3	62	47
VOP::T101	9	VOP:1:T1	1	115.8	-5	0.0	0.0	0	1
VOP::T102	9	VOP:1:A1	1	117.3	-3	-12.0	-3.3	61	47
ZET::T101	9	ZET:1:T1	1	113.6	-9	0.0	0.0	0	1
ZET::T102	9	ZET:1:A2	1	114.2	-9	-5.5	-1.8	29	14

Trojvinuťové transformátory při výpadku T402									
				Napětí		Výkon			
Název	Odbočka	Uzel	Obl	U [kV]	Fáze	P [MW]	Q [MVAr]	I [A]	In [%]
CNT::T401	9	CNT:1:B	1	116.0	-6	297.3	43.4	1495	86
CNT::T402	9	CNT:1:A	1	118.6	0	0.0	0.0	0	0
CNT::T403	9	CNT:1:C	1	118.1	-2	85.1	13.9	421	35
KPO::T101	9	KPO:1:A1	1	115.3	-7	-2.1	-0.4	11	8

Příloha H

Vedení								
Název	Uzel	Obl	Napětí		Výkon			In [%]
			U [kV]	Fáze	P [MW]	Q [MVar]	I [A]	
:1:V501	OS:1:B5	1	112.5	-9	0.0	1.4	7	2
	_501a:1:U	1	112.6	-9	0.0	-0.2	1	
:1:V501a	SUZ:1:V501a	1	112.6	-9	0.0	0.0	0	0
	_501a:1:U	1	112.6	-9	0.0	0.2	1	
:1:V502	OS:1:B3	1	112.5	-9	-10.9	0.0	56	12
	_502a:1:U	1	112.2	-9	10.8	0.6	56	
:1:V502a	RIP:1:A	1	112.1	-9	2.9	0.3	15	3
	_502a:1:U	1	112.2	-9	-2.9	0.5	15	
:1:V502b	NAO:1:A	1	112.1	-9	7.9	1.2	41	18
	_502a:1:U	1	112.2	-9	-7.9	-1.1	41	
:1:V503	OS:1:B4	1	112.5	-9	-6.6	0.7	34	7
	RIP:1:A	1	112.1	-9	6.5	0.8	34	
:1:V505	CNT:1:B	1	112.5	-9	0.0	0.0	0	0
	_505a:1:U	1	112.5	-9	0.0	0.1	0	
:1:V505a	OS:1:B9	1	112.5	-9	0.0	1.0	5	1
	_505a:1:U	1	112.5	-9	0.0	-0.1	0	
:1:V506	CNT:1:B	1	115.5	-6	-59.4	-8.4	300	66
	_506a:1:U	1	115.3	-6	59.3	8.3	300	
:1:V506a	OS:1:B10	1	112.5	-9	58.2	6.5	301	66
	_506a:1:U	1	115.3	-6	-59.3	-8.3	300	
:1:V516	RIP:1:A	1	112.1	-9	15.8	2.8	83	15
	VMZ:1:A2	1	112.6	-9	-15.9	-2.1	82	
:1:V5525	PTA:1:A1	1	111.7	-10	25.2	4.1	132	25
	RIP:1:A	1	112.1	-9	-25.2	-3.9	132	
:1:V5533	CNT:1:B	1	111.0	-10	0.0	0.0	0	0
	_5533a:1:U	1	111.0	-10	0.0	0.3	2	
:1:V5533a	VBT:1:A1	1	111.0	-10	0.0	0.7	4	1
	_5533a:1:U	1	111.0	-10	0.0	-0.3	2	
:1:V5534	CNT:1:B	1	115.5	-6	-40.1	-8.0	204	43
	_5534a:1:U	1	114.9	-7	40.0	7.8	205	
:1:V5534a	VMZ:1:A1	1	112.6	-9	39.5	7.5	206	43
	_5534a:1:U	1	114.9	-7	-40.0	-7.8	205	
:1:V5539	PTA:1:A2	1	111.7	-10	-10.8	-0.8	56	11
	_5539a:1:U	1	111.4	-10	10.8	1.5	56	
:1:V5539a	VBT:1:A2	1	111.0	-10	10.8	2.1	57	11
	_5539a:1:U	1	111.4	-10	-10.8	-1.5	56	

Vedení								
Název	Uzel	Obl	Napětí		Výkon			In [%]
			U [kV]	Fáze	P [MW]	Q [MVA _r]	I [A]	
:1:V521	CNT:1:A	1	115.5	-6	-49.0	-6.5	247	46
	HUV:1:B1	1	114.1	-8	48.6	5.9	248	
:1:V522	CNT:1:A	1	114.1	-8	0.0	0.0	0	0
	_522a:1:U	1	114.1	-8	0.0	0.4	2	
:1:V522a	HUV:1:B1	1	114.1	-8	-2.6	0.6	14	3
	_522a:1:U	1	114.1	-8	2.6	-0.3	13	
:1:V522b	AD:1:A	1	114.1	-8	2.6	0.5	13	6
	_522a:1:U	1	114.1	-8	-2.6	-0.1	13	
:1:V5543b	BNC:1:A1	1	111.4	-12	10.5	2.0	56	10
	KV:1:B	1	111.5	-12	-10.5	-1.8	55	
:1:V5544	KV:1:B	1	111.5	-12	-6.1	-1.1	32	6
	_5544a:1:U	1	111.4	-12	6.1	1.4	32	
:1:V5544a	LI:1:A	1	111.4	-12	6.1	1.4	32	6
	_5544a:1:U	1	111.4	-12	-6.1	-1.4	32	
:1:V5545	BNC:1:A2	1	111.4	-12	0.5	-0.1	3	1
	LI:1:A	1	111.4	-12	-0.5	0.3	3	
:1:V5547	HUV:1:B2	1	114.1	-8	1.2	0.2	6	3
	VMA:1:A	1	114.1	-8	-1.2	-0.1	6	
:1:V5553	CNT:1:A	1	115.5	-6	110.8	-21.7	564	85
	MEY:1:A1	1	113.4	-9	109.8	16.5	565	
:1:V5554	CNT:1:A	1	111.2	-12	0.0	0.0	0	1
	_5554a:1:U	1	111.2	-12	0.0	0.8	4	
:1:V5554a	BOB:1:A1	1	111.2	-12	0.0	1.3	7	1
	_5554a:1:U	1	111.2	-12	0.0	-0.8	4	
:1:V5556	BOB:1:A2	1	111.2	-12	33.8	4.3	177	27
	KV:1:B	1	111.5	-12	-33.9	-4.2	177	
:1:V5557	MEY:1:A2	1	113.4	-9	-78.0	-13.1	402	55
	KV:1:B	1	111.5	-12	77.1	10.4	403	
:1:V5559	LI:1:A	1	111.4	-12	-2.8	-0.8	15	4
	ZET:1:A2	1	111.4	-12	2.8	0.9	15	
:1:V5560	LI:1:A	1	111.4	-12	-2.8	-0.8	15	4
	ZET:1:A1	1	111.4	-12	2.8	0.9	15	

Trojvinutové transformátory									
Název	Odbočka	Uzel	Obl	Napětí		Výkon			In [%]
				U [kV]	Fáze	P [MW]	Q [MVA _r]	I [A]	
CNT::T401	9	CNT:1:B	1	115.5	-6	299.8	54.1	1523	87
CNT::T402	9	CNT:1:A	1	118.6	0	0.0	0.0	0	0
CNT::T403	9	CNT:1:C	1	118.1	-2	85.1	13.9	421	35
KPO::T101	9	KPO:1:A1	1	114.1	-8	-2.1	-0.4	11	8

Dvojvinuťové transformátory									
Název	Odbočka	Uzel	Obl	Napětí		Výkon		I [A]	In [%]
				U [kV]	Fáze	P [MW]	Q [MVar]		
AD::T101	9	AD:1:A	1	114.1	-8	-2.6	-0.5	13	16
BK::T101	9	BK:1:A	1	117.7	-2	-10.4	-1.8	52	39
BK::T102	9	BK:1:A	1	117.7	-2	-16.6	-3.4	83	39
BKD::T1	9	BKD:1:A1	1	117.7	-2	-0.3	-0.1	1	1
BKD::T2	9	BKD:1:A2	1	117.7	-2	-0.3	-0.1	1	1
BNC::T101	9	BNC:1:A1	1	111.4	-12	-11.1	-1.9	58	44
BO::T101	9	BO:1:A1	1	117.3	-3	-11.0	-3.0	56	43
BO::T102	9	BO:1:A2	1	117.3	-3	-10.3	-2.8	52	39
BOB::T101	9	BOB:1:A1	1	111.2	-12	-33.8	-3.9	177	84
BOB::T102	9	BOB:1:A2	1	111.2	-12	0.0	-1.6	8	3
BYP::T101	9	BYP:1:T101	1	114.0	-6	0.0	0.0	0	1
BYP::T102	9	BYP:1:B	1	117.6	-2	-17.8	-7.1	94	71
BYP::T103	9	BYP:1:T103	1	114.0	-6	0.0	0.0	0	1
CNT::T1	9	CNT:1:B	1	115.5	-6	-1.5	-0.1	8	6
CNT::T101	9	CNT:1:B	1	115.5	-6	-15.5	-3.9	80	38
CNT::T102	9	CNT:1:B	1	115.5	-6	-21.9	-5.4	113	54
CNT::T2	9	CNT:1:B	1	115.5	-6	-1.5	-0.1	8	6
HUV::T101	9	HUV:1:B1	1	114.1	-8	-33.0	-5.1	169	80
HUV::T102	9	HUV:1:B1	1	114.1	-8	-12.0	-1.2	61	29
KV::T101	9	KV:1:B	1	111.5	-12	-16.3	-2.1	85	40
KV::T102	9	KV:1:B	1	111.5	-12	-10.4	-1.1	54	26
LI::T101	9	LI:1:B	1	117.0	-7	-9.8	-3.0	51	38
LI::T102	9	LI:1:B	1	117.0	-7	-9.3	-0.3	46	22
MEY::T101	9	MEY:1:A1	1	113.4	-9	-14.0	-2.1	72	34
MEY::T102	9	MEY:1:A2	1	113.4	-9	-17.9	-1.3	91	43
NAO::T101	9	NAO:1:A	1	112.1	-9	-7.9	-1.2	41	31
OS::T10	9	OS:1:A5	1	112.5	-9	0.0	0.0	0	0
OS::T101	9	OS:1:A6	1	112.5	-9	-10.0	-1.9	52	40
OS::T102	9	OS:1:A4	1	112.5	-9	-19.8	-5.3	105	50
OS::T103	9	OS:1:A3	1	112.5	-9	-11.0	-2.4	58	27
OVD::T1	9	OVD:1:T1	1	119.6	-4	0.0	0.0	0	0
OVD::T2	9	OVD:1:A2	1	120.9	-3	-2.0	-1.2	11	9
PTA::T102	9	PTA:1:A2	1	111.7	-10	-14.4	-3.3	76	36
RIP::T102	9	RIP:1:B	1	117.1	-5	-23.7	-6.0	121	57
RON::T101	9	RON:1:T1	1	117.4	-3	0.0	0.0	0	1
RON::T102	9	RON:1:A1	1	117.7	-2	-6.1	-1.0	31	14
VBT::T101	9	VBT:1:A1	1	111.0	-10	0.0	-0.1	1	1
VBT::T102	9	VBT:1:T1	1	110.9	-10	0.0	0.0	0	1
VBT::T103	9	VBT:1:A2	1	111.0	-10	-10.7	-2.7	58	44
VMA::T101	9	VMA:1:A	1	114.1	-8	1.2	0.1	6	7
VMZ::T101	9	VMZ:1:A1	1	112.6	-9	-11.5	-3.0	61	46
VMZ::T102	9	VMZ:1:A2	1	112.6	-9	-12.1	-2.3	63	48
VOP::T101	9	VOP:1:T1	1	115.8	-5	0.0	0.0	0	1
VOP::T102	9	VOP:1:A1	1	117.3	-3	-12.0	-3.3	61	47
ZET::T101	9	ZET:1:T1	1	110.8	-12	0.0	0.0	0	1
ZET::T102	9	ZET:1:A2	1	111.4	-12	-5.5	-1.7	30	14