

Přínos zařízení FOTEL a zkušenosti z provozu

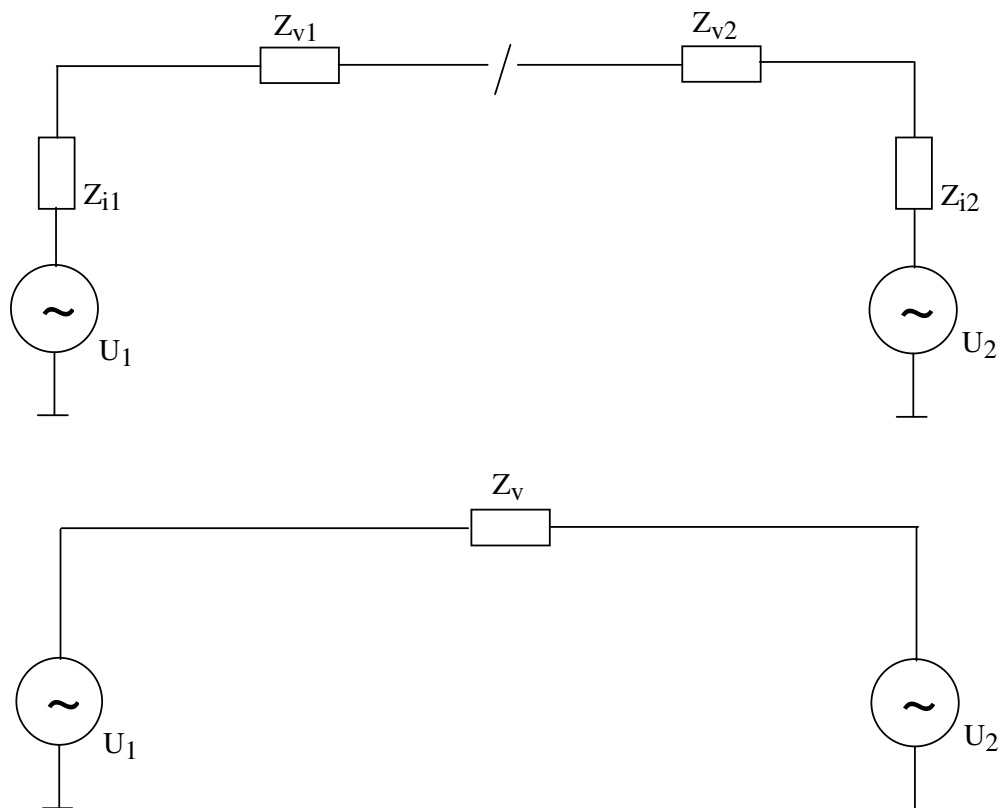
Proč vlastně v bývalé Severočeské energetice vznikla potřeba nasadit zařízení pro zjišťování fázových poměrů FOTEL ? Z čistě praktického hlediska. Jak je známo, zhruba od osmdesátých let minulého století, jsou nově budované rozvodny VN bez fázovacího zařízení. Pokud se zatížení pohybovalo na relativně nízké úrovni (cca 10 MW) nebyl problém kruhovat vedení ze dvou transformoven 110 kV/VN. Se vzrůstajícím odběrem a připojováním zdrojů do městské sítě, hlavně kogenerační jednotky, začalo při kruhování docházet k výpadkům kruhovaných vývodů. Měřením bylo zjištěno, že vyrovnávací proud mezi propojovanými transformovny dosahuje v některých případech až 200 A. Tento vyrovnávací proud v součtu s provozním proudem kruhovaných vedení byl mnohem větší, než nastavený proud na vývodových ochranách a docházelo k výpadkům těchto vývodů. Z počátku nebylo jasné, jak tento problém řešit. Použila se metoda, že vývody, které se nejčastěji kruhovaly, měly nastaveny na ochranách rozdílný čas a docházelo tedy k výpadku spojených vedení pouze na jedné straně a odběry zůstaly pod napětím.

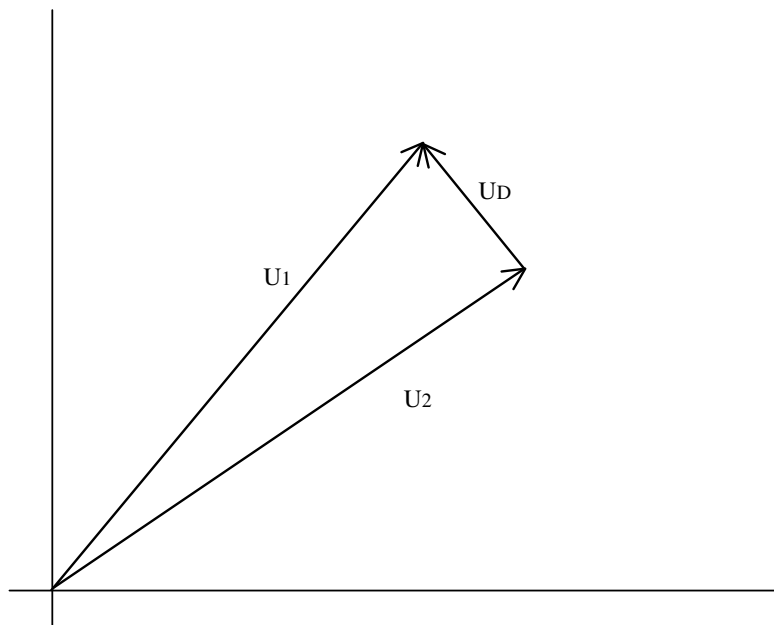
Jedním z dalších řešení byla spolupráce s firmou AIS spol. s r.o., která navrhla a poté realizovala systém FOTEL ve stanovených rozvodnách 10, 22 a 35 kV.

Navržené řešení spočívá zhruba v tom, že dispečer si změří mezi kruhovanými rozvodnami úhel a z vypočítaných hodnot proudu na jeden stupeň zjistí, zda dojde k výpadku vedení či nikoliv. Pokud je úhel velký, má dispečer několik možností k jeho zmenšení – paralelní provoz transformátorů, změny zapojení v síti 110 kV a nebo změnou výroby. Nelze-li změny provést, dispečer je aspoň informován o tom, že dojde k výpadku kruhovaných vedení.

Trocha teorie:

Pro kruhované vedení lze s dostatečnou přesností využít následující náhradní schéma a vektorový diagram:





Vektorový diagram znázorňuje vektory napětí U_1 a U_2 s fázovým úhlem φ . Rozdílový vektor U_D je závislý na úhlu φ a rozdílu napětí $U_1 - U_2$.

Impedance se skládá z vnitřní impedance transformátoru a impedance vedení. Impedance transformátorů má převážně induktivní charakter a vypočítá se z napětí nakrátko a jmenovitého výkonu transformátoru. Pro transformátory používané v SČE jsou vypočítané hodnoty impedancí v tabulce:

Sít'		Děčín	Liberec	Ústí	Žatec
10kV	Z[Ohm] T 110/10 kV	0.5	0.5	0.5	-
	Z[Ohm] T 35/10 kV	0.7 - 1.4	0.8	0.7-1.1	-
22kV	Z[Ohm] T 110/22 kV	1.3-2.1	-	1.3-2.2	1.3-2.2
	Z[Ohm] T 35/22 kV	2.3-3.1	-	-	-
35kV	Z[Ohm] T 110/35 kV	-	3.4	3.3	-

Impedance kabelového vedení:

Kabel	R[Ohm]	X[Ohm]
240	0.129	0.13
185	0.167	0.13
150	0.206	0.13

Reaktance vrchního vedení lze uvažovat 0,36 Ohm / km.

Vypočtené vyrovnávací proudy na 1 km délky pro průřez 240 mm²:

			I[A]/1°
10kV	kabel	I[A]/1stupeň T 110/10 kV	80
		I[A]/1stupeň T 35/10 kV	50
	vrch	I[A]/1stupeň T 110/10 kV	70
22kV	kabel	I[A]/1stupeň T 110/22 kV	65
		I[A]/1stupeň T 35/22 kV	45
	vrch	I[A]/1stupeň T 110/22 kV	30
35kV	kabel	I[A]/1stupeň T 110/35 kV	30
	vrch	I[A]/1stupeň T 110/35 kV	12

Vyrovnávací proud teče z rozvodny, jejíž fázor je v předstihu (úhel je kladný). Vyrovnávací proud se sčítá s proudem odběru na jedné straně, na druhé rozvodně se odečítá.

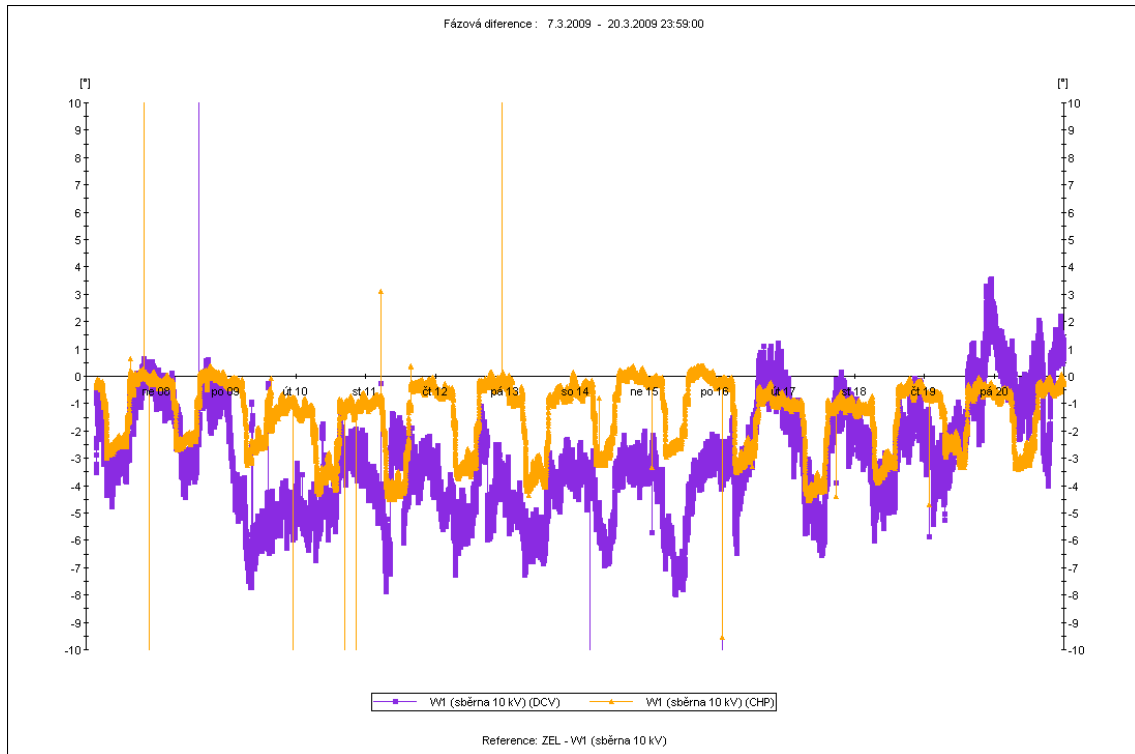
Pokud je vyrovnávací proud větší než je povolená mez, je možné provést níže uvedená opatření k jeho snížení:

- 1) Změnou zatížení transformátorů – platí, že na fázový posuv má vliv zatížení činným P. Změnu zatížení lze prakticky provést pouze zapnutím spojky sběren nebo zapnutím dalšího transformátoru v napájené oblasti.

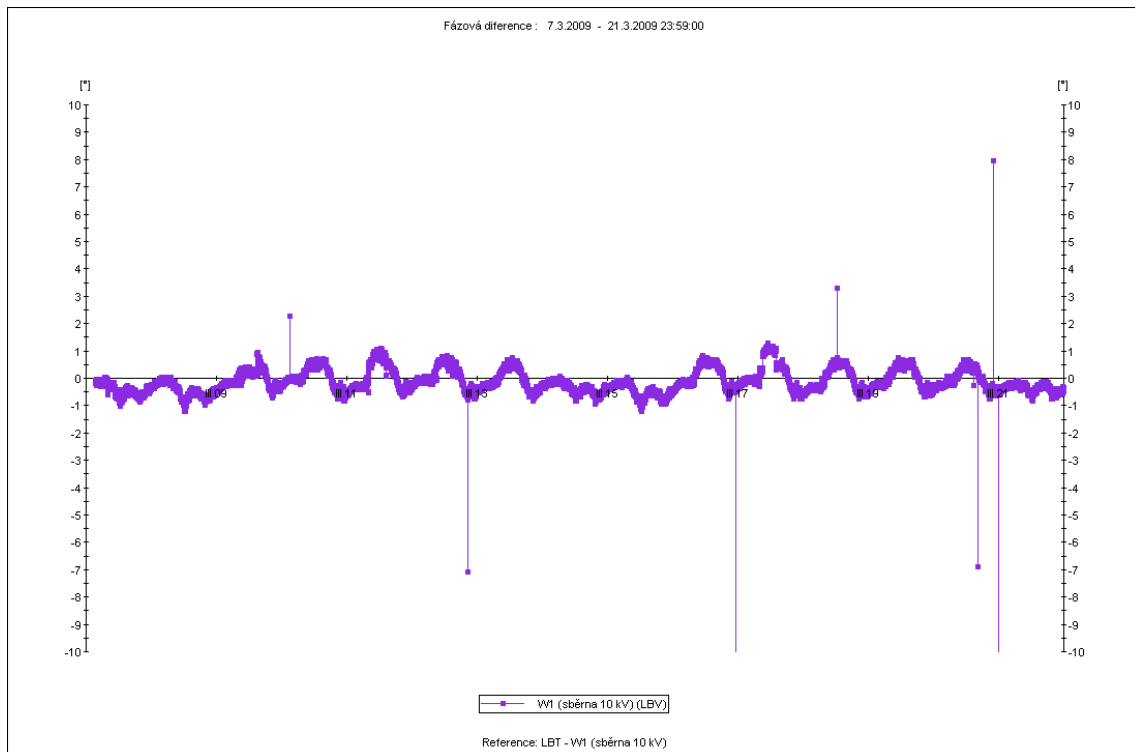
U (kV)	P (MVA)	Výkon [MVA]/1stupeň
10	4	1.3
10	6.3	1.7
10	10	2.6
10	16	3.9
10	25	4.3
22	10	2.9
22	25	4.0
22	40	6.8
22	50	6.8
35	43	7.1

- 2) Změnou zapojení rozvodu 110 kV. Málo používané – propojená soustava, malé změny.
- 3) Zvýšením nebo snížením výkonu elny – používá se především metoda odstavení elny.

Průběh úhlů mezi TR 110/10 kV Želenice – TR 110/10 kV Děčín východ – 35/10 kV Chepos



Průběh úhlů mezi TR 110/10 kV Liberec teplárna a TR 110/10 kV Liberec východ



Zkušenosti s provozem zařízení FOTEL jsou velmi dobré. Obsluha je nenáročná, a co je důležité, je přesné, spolehlivé a rychlé. Při uvedení do provozu byla jeho přesnost kontrolována zařízením TELEGYR, které provádělo výpočty úhlů na straně transformátorů 110 kV/VN. Výsledky byly stejné. Zařízení máme nasazeno v 18 rozvodnách 10 kV, 26 rozvodnách 22 kV a 7 rozvodnách 35 kV. Tak jako u každého zařízení dochází k tomu, že ho obsluha využívá nebo ne, tak je tomu i v tomto případě. Ze třiceti dispečerů využívá zařízení FOTEL zhruba 25. Zbytek takzvaně obtěžuje dispečera pro řízení sítí 110 kV, který mu dává údaje z TELEGYRu. V případě, že kruhuje vývody z transformovny VN/VN, musí samozřejmě použít FOTEL. Nevýhodou zařízení je to, že není součástí řídicího systému a naměřené údaje jsou zobrazovány na jiném monitoru, což je zřejmě pro některé dispečery problém.

Z ankety, uspořádané mezi dispečery vyplynulo, že FOTEL by bylo vhodné rozšířit i na další rozvodny. Vzhledem k jeho snadné obsluze, rychlosti a přesnosti je velmi vhodným a užitečným zařízením pro dispečerské řízení systémů VN, zvláště tam, kde dochází k výše uvedeným problémům při kruhování.